UJED
Universidad Juárez del Estado de Durango

FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA

XXXII SEMANA INTERNACIONAL DE AGRONOMÍA

MEMORIA ISSN:2594-1437

9 al 11 de Septiembre de 2020

EDITORES

DR. IGNACIO ORONA CASTILLO
DR. ANTONINO AMADOR MACHADO
MC JUDITH PUENTES GUTIÉRREZ
DR. MANUEL FORTIS HERNÁNDEZ
DR. PABLO PRECIADO RANGEL
MC FRANCISCO JAVIER RUIZ ORTEGA

VENECIA, DURANGO, MÉXICO . http://faz.ujed.mx

UJED
Universidad Juárez del Estado de Durango

FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA

XXXII SEMANA INTERNACIONAL DE AGRONOMIA

Artículos presentados durante el evento científico de la XXXII Semana Internacional de Agronomía en la ciudad de Gómez Palacio, Dgo. México los dias 9,10 y 11 de septiembre del año 2020

Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED)
Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ)
Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo KM 32
Venecia Dgo, México
Tel. 8717118875 y 7118875

MEMORIA ISSN:2594-1437

9 al 11 de Septiembre de 2020

Correo electrónico: fazujed.sia@gmail.com
Página Web: http://faz.ujed.mx
http://faz.ujed.mx/siafaz

Diseño de portada
MC Francisco Javier Ruiz Ortega
ruiz6812@hotmail.com

UJED
Universidad Juárez del Estado de Durango

FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA

XXXII SEMANA INTERNACIONAL DE AGRONOMIA

COMÍTE CIENTÍFICO

DR. Ignacio Orona Castillo
DR. Cirilo Vázquez Vázquez
DR. Antonino Amador Machado
MC Judith Puentes Gutiérrez
DR. Manuel Fortis Hernández
DR. Pablo Preciado Rangel
MC Francisco Javier Ruiz Ortega

MEMORIA ISSN:2594-1437

SIA 2020, Memorias de la Semana Internacional de Agronomía, enero diciembre del 2020. una publicación periódica electrónica anual editada y publicada por la Universidad Juárez del Estado de Durango, a través de Facultad de Agricultura y Zootecnia; con domicilio conocido en Carretera Gómez Palacio - Tlahualilo Km. 35. Ejido Venecia, Gómez Palacio, Durango. México. C.P. 35111. Tel. (871) 711 88 75. fazujed.sia@gmail.com, http://faz.ujed.mx/siafaz/ Editores responsables: Dr. Ignacio Orona Castillo, Dr. Antonino Amador Machado, MC Judith Puentes Gutiérrez, Dr. Manuel Fortis Hernandez, Dr. Pablo Preciado Rangel, MC Francisco Javier Ruiz Ortega . ISSN: 2594-1437. La Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ-UJED)no avala la validez de los experimentos y resultados que se obtuvieron, es responsabilidad de los autores que aparecen n cada artículo. Por lo que el contenido de cada artículo publicado es responsabilidad de cada autor y no representa la postura del Cuerpo Editorial de la publicación. Se autoriza cualquier reproducción parcial o total de los contenidos e imagenes de la publicación incluyendo el almacenamiento electrónico siempre y cuando sea sin fines de lucro o para usos estrictamente académicos, citando invariablemente la fuente sin la alteración del contenido y dando los créditos autorales.

Apoyo Técnico: MC Francisco Javier Ruiz Ortega

VENECIA, DURANGO, MÉXICO . http://faz.ujed.mx

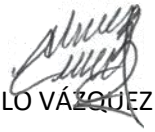
PRESENTACIÓN

La XXXII Semana Internacional de Agronomía que organiza la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), a través del Comité Científico pone esta memoria a consideración de la comunidad estudiantil, académica, científica y público en general. Los trabajos aquí expuestos constituyen en su conjunto una serie de aportaciones al mejoramiento de la producción agrícola, la ganadería y la agricultura orgánica. Los artículos están realizados por investigadores, docentes, estudiantes y profesionales interesados en el mejoramiento de la calidad de vida de la población que vive de las actividades agropecuarias en el país y con el propósito de difundir dicho conocimiento.

El contenido de esta memoria da muestra en primera instancia de los avances científicos en este terreno, y por otra parte incluye los puntos de vista de los especialistas nacionales e internacionales que amablemente compartieron sus experiencias y conocimientos a través de las conferencias magistrales que impartieron.

Así la XXXII Semana Internacional de Agronomía seguirá siendo un espacio de intercambio académico en el que alumnos e investigadores y la comunidad universitaria en general se vean beneficiados. A pesar de la contingencia sanitaria ocasionada por el COVID-19, este año la Facultad celebra su XLVIII Aniversario de su fundación realizando este evento virtual ya que pretendemos seguir posicionándonos como una institución socialmente responsable, líder en el ámbito educativo, social, cultural, científico, ambiental y tecnológico, y que responda a las exigencias de la región y del país, pero sobre todo que coadyuve sustancialmente en el desarrollo integral del campo mexicano con un sentido social.

A T E N T A M E N T E



DR. CIRILO VÁZQUEZ VÁZQUEZ

Director de la Facultad de Agricultura y Zootecnia

índice

196-2, NUEVA VARIEDAD EXPERIMENTAL DE SORGO PARA GRANO PARA EL SUR DE TAMAULIPAS 3

Héctor Williams Alanis, Ulises Aranda Lara, Gerardo Arcos Cavazos, Francisco Zavala García y Ma. Eugenia Cisneros López

197-2, NUEVA VARIEDAD EXPERIMENTAL DE SORGO PARA GRANO Y FORRAJE PARA EL SUR DE TAMAULIPAS..... 8

Héctor Williams Alanis, Ulises Aranda Lara, Gerardo Arcos Cavazos, Francisco Zavala García y Ma. Eugenia Cisneros López

CARACTERIZACIÓN AGRO-MORFOLÓGICA DE LA POBLACIÓN ÍNDICA DE ARROZ EN ÉBANO, SAN LUIS POTOSÍ..... 13

Patishtan-Pérez, Juan ; Barrios-Gómez, Edwin Javier; Delgado-Martínez, Rafael; Pérez-García, Víctor Hugo

AISLAMIENTO E INCIDENCIA DE HONGOS QUE AFECTAN A LOS CULTIVOS DE OLEAGINOSAS EN EL NORTE Y CENTRO DE TAMAULIPAS 20

María Genoveva Álvarez Ojeda, Javier González Quintero y Ruth Elena Martínez Mendoza

AISLAMIENTO Y DETECCIÓN MOLECULAR DE PATÓGENOS ASOCIADOS A LOS CULTIVOS DE GIRASOL (*HELIANTHUS ANNUUS* L.) Y CANOLA (*BRASSICA NAPUS* L.) EN TAMAULIPAS 26

María Genoveva Álvarez Ojeda, Isidro Humberto Almeyda León, Javier González Quintero, Ruth Elena Martínez Mendoza.

ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO EN TRES LOCALIDADES DE COAHUILA MEDIANTE UN ÍNDICE 32

Juan M. Covarrubias Ramírez, Mario P. Narváez Mendoza, Diana Uresti Duran, Juan G. Martínez Rodriguez y Víctor M. Parga Torres

APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN PRADERAS DE *XFESTULOLIUM*..... 38

Pablo Alfredo Domínguez Martínez1*, Rigoberto Rosales Serna1, Saúl Santana Espinoza1, Julio César Ríos Saucedo1, Donají Sierra Zurita1

APLICACIÓN DE LA TELEDETECCIÓN PARA EL MONITOREO DE LA SUPERFICIE IRRIGADA EN UN MÓDULO DE RIEGO EN EL NORTE DE MÉXICO 44

Carlos Miguel Ramos Cruz; Gerardo Delgado Ramírez; Enrique Hernández Leal; Luis Ángel Hernández Martínez; Jorge Maltos Buendía

APLICACIÓN FOLIAR DE NANOPARTÍCULAS DE OXIDO DE ZINC Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE MELÓN CHINO 50

Rivera-Gutiérrez, R.G.; Fortis-Hernández, M. ; Betancourt-Galindo, R.; Salazar-Sosa, E.; Preciado-Rangel, P.

APRENDIZAJE AUTOMÁTICO EN LA AGRICULTURA DE PRECISION: CASO DE ESTUDIO USO DEL AGUA 56

Ruiz-Ortega, Francisco Javier ; Esquivel-Murillo, Karina; Palomares-Adame, Alma Verónica; Soto-Álvares, Claudia Elena; Vázquez-Fernández, Claudia María Teresa

APTITUD AGROCLIMATICA DE *SORGHUM BICOLOR* L. MOECH, BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN MÉXICO 60

Ramírez Jaramillo G, Lozano Contreras M. G.,Ramírez Silva J. H.

APTITUD AGROECOLOGICA PARA PRODUCIR CACAO DE TEMPORAL EN TABASCO, MÉXICO..... 67

Ramírez Jaramillo G, Romo Olán M. J., Lozano Contreras M. G.

ASOCIACIÓN DEL CONTENIDO DE NITRÓGENO CON MEDICIONES SPAD DEL CULTIVO DEL MAÍZ (*ZEA MAIZ*) EN LA COMARCA LAGUNERA 74

López-Calderón, Magali Jeaneth; Estrada-Ávalos, Juan; Martínez-Sifuentes, Aldo Rafael; Sánchez-Duarte, Juan Isidro; Granados-Niño, Jorge Alberto

APLICACIÓN DE CALCIO Y ÁCIDO POLIHIDROXICARBOXÍLICO PARA EL MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO, PARA LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TOMATE (LICOPERSICUM SCULENTUM MILL) 81

Piña-Ramírez, Francisco Javier; Soto-Parra, Juan Manuel; García- Muñoz, Silvia Amanda; Leyva-Chávez, Arwell Nathán; Ortega-Rodríguez, Anabel

BASE DE DATOS Y APLICACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE DERECHOS DE AGUA EN PARCELAS DEL DR 001. 89

Luis. Antonio González Jasso, Carlos Rojas Santillán, Arturo Corrales Suastegui, Miguel A. González González, Mario P. Narváez Mendoza

BIOFORTIFICACIÓN AGRONÓMICA CON SELENIO EN TOMATE 94

Gaucin-Delgado, Jazmín Montserrat, Ortega-Ortiz, Hortensia, Fortis-Hernández, Manuel, Reyes-Pérez, Juan J, Preciado-Rangel, Pablo

BIOFORTIFICACION CON SELENIO EN LA CALIDAD NUTRACEUTICA DE VID (*VITIS VINÍFERA* L.) 100

María de los Ángeles Sariñana-Navarrete, Manuel Fortis Hernández, Luis Guillermo Hernández-Montiel, Arturo Reyes-González, Pablo Preciado-Rangel

BIOMASA E ÍNDICE DE COSECHA DE DOS VARIEDADES DE MAIZ DE CALIDAD PROTEÍNICA CON BIO-FERTILIZACIÓN EN *LUVISOLES* DE YUCATÁN, MÉXICO. 108

J. H. Ramírez Silva, M. G. Lozano Contreras, G. Ramírez Jaramillo y Y. B. Moguel Ordóñez

CÁLCULO DE GRADOS DÍA USANDO TEMPERATURA REGISTRADA CADA 15 MINUTOS 118

Luis. A. González Jasso, Carlos Rojas Santillán, Noé Chávez Sánchez, Mario P. Narváez Mendoza, Miguel A. González González

CALIDAD FÍSICA DE PASTAS ELABORADAS CON COTILEDONES DE FRIJOL NEGRO SAN LUIS 123

Cruz-Bravo, Raquel; Herrera, Mayra Denise; Sánchez-Toledano, Blanca Isabel; Hernández-Reyes, Ana Isabel

CALIDAD INDUSTRIAL DE VARIEDADES Y GENOTIPOS DE TRIGO DURO 128

Alvarado-Padilla, Jorge Iván; Ibba, Itria ; Santa-Rosa, Rene Hortelano ; Chávez-Villalba Gabriela y Martínez-Cruz Eliel .

CARACTERÍSTICAS AMPELOGRÁFICAS DE LA VID NATIVA V*ITIS ARIZONICA* IN SITU Y EX SITU 132

Martínez, Gerardo, Abril, Yoselyn, Vieira, Fernando, Fontes, Aurora

CARACTERÍSTICAS EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DE CÍTRICOS EN LLERA, TAMAULIPAS 136

Mireles-Rodríguez Epifanio, Barron-Bravo Oscar Guadalupe, Felipe-Victoriano Moisés, Maciel-Torres Sandra P

CARACTERIZACIÓN DE INFLORESCENCIAS DE AGAVES NATIVOS E INTRODUCIDOS EN YUCATÁN 143

Rubén Guerrero Medina, Raúl Díaz Plaza

CARACTERIZACIÓN DE LA DENSIDAD Y ESTADO FÍSICO DE HUERTAS DE CÍTRICOS MEDIANTE IMÁGENES CAPTADAS POR UAV 149

Carlos Miguel Ramos Cruz; Gerardo Delgado Ramírez; Juan Estrada Ávalos; Enrique Miguel Valle; Emilia Raquel Pérez Evangelista

CARACTERIZACIÓN DE PRODUCTORES DE DURAZNO EN ZACATECAS, MÉXICO 155

Sánchez-Toledano, Blanca; Zegbe, Jorge A.; Cuevas-Reyes, Venancio; Borja-Bravo, Mercedes

CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMIDOR DE CHILE JALAPEÑO EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO 160

Sánchez-Toledano, Blanca; Cuevas-Reyes, Venancio; Góngora-Pérez, Rubén; De la Torre-Solís, Joseline

CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE GENERAL ZARAGOZA, NUEVO LEÓN A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS..... 166

Jesús Emmanuel Pérez Salinas, Sandra Patricia Maciel Torres, Enrique Hernández Leal, Iván Franco Gaytán, Karen Pamela Maciel Torres

COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS DE MUESTREO DEL PSÍLIDO DEL TOMATE, *BACTERICERA COCKERELLI* (SULC.) EN CHILE, *CAPSICUM ANNUUM* L. 173

Jaime Mena Covarrubias, Manuel Reveles Hernández, Blanca Isabel Sánchez Toledano, Luis Roberto Reveles Torres, Mayra Denisse Herrera

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE VARIEDADES DE CEBADA EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA . 178

Miguel Angel Avila Perches, Ramón Huerta Zurita, Alfredo Josué Gámez Vázquez, Mauro Refugio Zamora Díaz, Francisco Paúl Gámez Vázquez

COMPORTAMIENTO DE VARIEDADES DE TRIGO EN EL SUR DE SONORA..... 184

Díaz-Ceniceros, Huizar Leonardo; Borbón-Gracia, Alberto; Chávez-Villalba, Gabriela; Alvarado-Padilla, Jorge Iván; y Cubedo-Ruiz, Edgar Adalberto

CONSUMO DE AGUA Y SU EFICIENCIA DE APLICACIÓN EN RIEGO POR GOTEO EN MANZANO 190

Juan M. Covarrubias Ramírez, Juan G. Martínez Rodríguez, Gregorio Briones Sánchez y Alejandro Zermeño González

CONSUMO DE AGUA Y SU EFICIENCIA DE APLICACIÓN EN RIEGO POR PIVOTE CENTRAL EN PAPA 196

Juan M. Covarrubias Ramírez, Juan G. Martínez Rodriguez, Gregorio Briones Sánchez y Alejandro Zermeño González

CRUZAS EXPERIMENTALES DE LÍNEAS HAPLOIDE DUPLICADOS DE MAÍZ BLANCO CON ALTO ACEITE EN EL NORTE DE SINALOA 203

Peinado-Fuentes, Luis Alberto; Preciado-Ortiz, Ricardo Ernesto; Cubedo Ruíz, Edgar Adalberto; Llaven-Valencia, Genny

CULIACÁN-09, NUEVA LINEA DE SORGO SOBRESALIENTE PARA EL ESTADO DE SINALOA 209

López-Guzmán, Jesús A; Moreno-Gallegos, Tomas; Gutiérrez Gutiérrez, Obed Gabriel; Melgoza-Villagómez, Claudia M

DETERMINACIÓN DEL INDICE DE COLOR EN SÉMOLA DE VARIEDADES MEXICANAS DE TRIGO DURO 214

Chávez-Villalba, Gabriela; Alvarado-Padilla, Jorge Ivan; Díaz-Ceniceros, Huizar Leonardo; Camacho-Casas, Miguel Alfonso y Borbón-Gracia Alberto

DETERMINACIÓN DEL UMBRAL DE ACCIÓN PARA EL CONTROL OPORTUNO DEL GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ 218

Franco-Gaytán, Iván; Maltos-Buendía, Jorge*; Maciel-Torres, Sandra Patricia; Hernández-Leal, Enrique y Ramos-Cruz, Carlos Miguel

DIAGNOSTICO AGROPECUARIO Y PRODUCTIVO DE LA LOCALIDAD “EL DURAZNO” PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PRODETER 2019, EN EL MUNICIPIO DE TAMAZULA 224

Maihualy Martínez Fernández, María Gabriela Ramírez Valadez, Saúl Santana Espinoza, José Leonardo García Rodríguez

DIAGNÓSTICO DE MERCADEO DE MAÍZ EN EL MUNICIPIO DE BUSTAMANTE, TAMAULIPAS 231

Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá-Rico; Ricardo Avilés-Ruíz

DIAGNÓSTICO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DEL NOGAL PECANERO EN GENERAL ZARAGOZA, NUEVO LEÓN, MÉXICO 238

Sandra Patricia Maciel-Torres, Iván Franco-Gaytán, Emilia Raquel Pérez-Evangelista, Carlos Miguel Ramos-Cruz

DIAGNOSTICO TÉCNICO-PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE NOPAL VERDURA, EN EL SUR DE TAMAULIPAS .. 244

Ávila-Valdez, Joel; Felipe-Victoriano, Moisés; Alcalá-Rico, Juan Samuel Guadalupe Jesús; Barrón-Bravo, Oscar Guadalupe

DIAGNÓSTICO TÉCNICO-PRODUCTIVO DEL SECTOR AGROPECUARIO EN TAMAZULA DURANGO 251

Julio C. Ríos-Saucedo; Rigoberto Rosales Serna, Pablo A. Dominguez-Martinez, Saúl Santana-Espinoza1 y Lorena J. Hernandez-Lopez2

DINÁMICA DE AZUCARES SOLUBLES EN NOGAL (*CARYA ILLINOINENSIS* (WANGENH) K. KOCH EN TRES ETAPAS DE DESARROLLO EN GÓMEZ PALACIO, DURANGO 258

Valdéz-Rodriguez, Mildred Cristal; Valenzuela-Núñez, Luis Manuel; Gaytán-Alemán, Leticia; García-de la Peña, Cristina; Véliz-Deras, Francisco Gerardo.

DINÁMICA DE POBLACIÓN DEL PULGÓN NEGRO EN NOGAL PECANERO EN LA COMARCA LAGUNERA 263

Franco-Gaytán, Iván; Maltos-Buendía, Jorge; Maciel-Torres, Sandra Patricia; Hernández-Leal, Enrique y Reyes-Gonzales, Arturo

DISTRIBUCIÓN DE LAS COMUNIDADES MICROBIANAS EN SUELOS BAJO DISTINTOS MÉTODOS DE LABRANZA EN AGROECOSISTEMAS SEMIÁRIDOS DE MÉXICO 269

Erika Nava-Reyna, Kassandra Santellanez-Arreola, Miguel Ángel Martínez-Gamiño, Vicenta Constante-García, Cristina García-de la Peña

DIVERSIDAD FENOTÍPICA Y MORFOLÓGICA DE LÍNEAS AVANZADAS DE CILANTRO 275

González-Pérez, Enrique y Villalobos-Reyes, Salvador

DIVERSIDAD GENÉTICA DE LÍNEAS ENDOGÁMICAS DE MAÍZ PARA FORRAJE 282

Odilon Gayosso Barragán, Deli Nazmin Tirado González, José Ángel Marroquín Morales, Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico, Sergio Alfredo Rodríguez Herrera.

DIVERSIDAD MORFOMÉTRICA EN HOJAS DE GUAYABO MEDIANTE VISIÓN COMPUTARIZADA 288

Díaz-García, Luis Antonio, Padilla-Ramírez, José Saúl

DON GOYO C2019, NUEVA VARIEDAD DE TRIGO CRISTALINO PARA ÁREAS DE RIEGO EN MÉXICO 296

Alvarado-Padilla Jorge Ivan, Villaseñor-Mir Héctor Eduardo, Huerta-Espino Julio, Hortelano-Santa Rosa Rene y Martínez-Cruz Eliel

ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR EL VOLUMEN COMERCIAL DE *PROSOPIS GLANDULOSA* VAR. TORREYANA (L.D. BENSON) M.C. JOHNST EN BAJA CALIFORNIA 301

Hernández-Martínez L.A, Gómez-Mercado R. y Villanueva-Díaz J.

EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE INSECTICIDAS CONTRA MOSCA BLANCA EN ALGODONERO..... 306

Jorge Maltos-Buendía, Urbano Nava-Camberos, Enrique Hernández-Leal, Iván Franco-Gaytán, Verónica Ávila Rodríguez, Homero Sánchez-Galván

EFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE LABRANZA SOBRE EL CONTENIDO DE GLOMALINA EN SUELOS DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO..... 313

Erika Nava-Reyna, Kassandra Santellanez-Arreola, Miguel Ángel Martínez-Gamiño, Vicenta Constante-García, Jesús Arreola-Ávila

EFECTO DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DE MAÍZ 319

Martínez-Gamiño, M. A. y Osuna-Ceja, E. S.

EFECTO PROTECTOR DE *RHIZOPHAGUS INTRARADICES* SOBRE LA INCIDENCIA DE VIROSIS EN CHILE HABANERO 324

Lozano-Contreras Mónica Guadalupe, Ramírez-Jaramillo Genovevo, Ramírez-Silva Jorge Humberto

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE MELÓN A NIVEL PRODUCTOR EN LA COMARCA LAGUNERA DE COAHUILA 330

Fabela-Hernández, Adriana Monserrat; Espinoza-Arellano, José de Jesús; Molina-Morejón, Víctor Manuel y Guerrero-Ramos, Liliana Angélica

FENOTIPADO DE PLANTAS MEDIANTE ESTRATEGIAS ACCESIBLES DE VISION COMPUTARIZADA 336

Luis Díaz-García, Dolores Briones Reyes, Sergio Arellano Arciniega, Ernesto Martínez Reyes

MAIZ FORRAJERO: INSERCIÓN DE MICORRIZAS EN LAS DIFERENTES VARIEDADES DE HÍBRIDOS COMO *ARMADILLO, BERRENDO, 3201, DAS2386 Y 3258* 342

Nathanael Flores González, Leticia Alfaro Hernandez,Damián Aguilera Tapia, Ana María Estrada Salsido

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE SOYA EN EL NORTE DE TAMAULIPAS 349

Héctor Manuel Cortinas Escobar y Nicolás Maldonado Moreno

EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE TRIGO HARINERO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN EL SUR DE SONORA..... 354

Borbón-Gracia Alberto, Díaz-Ceniceros Huizar Leonardo, Chávez-Villalba Gabriela, Fuentes-Dávila Guillermo y Alvarado-Padilla Jorge Iván.

EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE TRIGO DURO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN EL SUR DE SONORA 359

Borbón-Gracia Alberto, Díaz-Ceniceros Huizar Leonardo, Fuentes-Dávila Guillermo, Chávez-Villalba Gabriela y Alvarado-Padilla Jorge Iván.

EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE SORGO PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO..... 365

Ulises Aranda Lara, Héctor Williams Alanís, Ma. Eugenia Cisneros López

ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO DE CHILE SECO TIPO GUAJILLO (*CAPSICUM ANNUUM* L.) EN SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO 372

Santiago-López, Ulises; Santiago-Hernández, Francisco; Ávila-Ayala, Rolando; Ramírez-Meras, Moisés; García-Martínez, Ana Lucía

EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GRADOS BRIX EN POBLACIONES NATURALES DE SOTOL (*DASYLIRION SPP.)* EN DURANGO, MÉXICO. 380

Julio C. Ríos-Saucedo, Rigoberto Rosales Serna, Pablo A. Dominguez-Martinez Saúl Santana-Espinoza y Donaji Sierra-Zurita

LA CAOLINITA REDUCE EL ESTRÉS TÉRMICO EN EL RENDIMIENTO DE GRANO DE MAÍZ 388

Oralia Antuna Grijalva, Armando Espinoza Banda, Jorge Quiroz Mercado, y Aidé Hernández Hernández

EFECTO DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ZINC (NPS ZNO) EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *CAPSICUM CHINENSE* 395

Flores González Jorge, Ruiz Torres Norma A, Flores Naveda Antonio, Camposeco Montejo Neymar y García López Josué I

EFECTO DEL CLON EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA, EN LA VARIEDAD SHIRAZ (*VITIS VINIFERA* L.) 403

Eduardo Madero-Tamargo, Angel Lagarda-Murrieta, Alfredo Ogaz, Victor Martinez Cueto

INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS REQUERIMIENTOS TÉRMICOS ÓPTIMOS DEL NOPAL TUNERO (*OPUNTIA* SPP.) EN EL CENTRO-NORTE DE MÉXICO 407

Guillermo Medina-García, Jorge A. Zegbe Domínguez, José Israel Casas Flores

INFLUENCIA DE DOS DENSIDADES DE PLANTAS Y DOS CALENDARIOS DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO DE GRANO DE HIGUERILLA (*RICINUS* COMMUNIS L). 415

Llaven Valencia Genny; Borbón Gracia Alberto; García León Elizabeth ; Peinado Fuentes Luis Alberto ; Hernández Hernández Aidé .

ESTUDIO DE LAS UNIDADES DE PRODUCCION DE MANGO EN GÓMEZ FARÍAS, LLERA Y XICOTÉNCATL, TAMAULIPAS 424

Felipe-Victoriano, Moisés; Barrón-Bravo, Oscar Guadalupe; Mireles-Rodríguez, Epifanio

LIMITACIONES TECNOLÓGICAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MANGO EN LA REGIÓN CENTRO DE TAMAULIPAS 432

Franco-Gaytán, Iván; Felipe-Victoriano, Moisés; Maciel-Torres, Sandra Patricia; Barrón-Bravo, Oscar Guadalupe

LINEA CANDIDATA A NUEVA VARIEDAD DE TRIGO DURO PARA MEXICALI BAJA CALIFORNIA 439

Chávez-Villalba, Gabriela; Alvarado-Padilla, Jorge Ivan; Díaz-Ceniceros, Huizar Leonardo; Borbón Gracia, Alberto y Buitimea-Valenzuela, Maritza Janeth

INFLUENCIA DEL RIEGO Y CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DE LA TUNA EN LA CONCENTRACIÓN DE PIGMENTOS 444

Cruz-Bravo, Raquel; Zegbe-Domínguez, Jorge; Melero-Meraz, Valentín; Hernández- Reyes, Ana Isabel

INDICADORES FÍSICOS DEL SUELO BAJO LABRANZA VERTICAL EN EL NORTE DE TAMAULIPAS 450

Espinosa-Ramírez Martín, Montes-García Noe y Ortiz-Chaírez Flor Elena

EFICACIA DE CARBENDAZIM PARA EL CONTROL *IN VITRO* DE *FUSARIUM OXYSPORUM* SCHLECHT, AGENTE CAUSAL DE LA MARCHITEZ EN EL CULTIVO DE CHILE. 458

Acuña-Acuña, María de Jesús; Ramírez-Valadez, María Gabriela, Ramírez-Fuentes Miguel Ángel; Martínez-Fernández, Maihualy; Rodríguez-García José Leonardo

GUSTOS Y PREFERENCIAS DE CONSUMO DEL CHILE JALAPEÑO EN EL ESTADO DE ZACATECAS 464

Sánchez-Toledano, Blanca; Cuevas-Reyes, Venancio; Góngora-Pérez, Rubén

INDUCCIÓN DE GINOGÉNESIS EN CEBOLLA PARA LA OBTENCIÓN DE PLANTAS HAPLOIDES 472

García Reyna José Francisco, González Chavira Mario Martín Guerrero Aguilar, Brenda Zulema, Mora Avilés María Alejandra y Pons Hernández José Luis*

LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y LA RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO: INDICADORES EN LA CALIDAD DE AGUA DE RIEGO 477

Héctor Manuel Ortega Escobar, Vicente Hernández Edrodes, Alvaro Can Chulim y Edgar Ivan Sánchez bernal.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES VARIEDADES EXPERIMENTALES Y COMERCIALES DE SORGO (*SORGHUM BICOLOR* L. MOENCH.) EN SINALOA 485

Obed G. Gutiérrez-Gutiérrez, Tomás Moreno-Gallegos, Jesús A. López-Guzmán, Jesús M. Moreno-Hernández; Claudia María Melgoza-Villagómez

EVALUACIÓN DE REGÍMENES DE RIEGO APLICADO AL CULTIVO DE MAÍZ (*ZEA MAYS,* L.) BAJO RIEGO POR GRAVEDAD, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA 491

Marroquín-Morales José Á; Ortiz-Enríquez José E; Montoya-Coronado Lope; Díaz-Ceniceros Huizar L.; Armenta-Castro César M

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE CINCO HIBRIDOS DE SANDÍA PERSONAL 497

Ramiro Maldonado Peralta, Delfina Salinas Vargas, Andrés León Villanueva, Adalid Graciano Obeso, Flor María Ruelas González

EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES DEL GARBANZO Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO 506

Isidoro Padilla Valenzuela, Víctor Valenzuela Herrera, Gustavo A. Fierros Leyva, Pedro F. Ortega Murrieta, Brenda Z. Guerrero Aguilar

HANS F2019: NUEVA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO PARA ÁREAS DE RIEGO EN MÉXICO 514

Díaz-Ceniceros, Huizar Leonardo; Villaseñor-Mir Héctor, Eduardo; Huerta-Espino, Julio; Hortelano-Santa-Rosa, René y Martínez-Cruz, Eliel.

INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO MICELIAL DE *FUSARIUM OXYSPORUM* SCHLECHT MEDIANTE LA APLICACIÓN *IN VITRO* DE TIOFANATO METÍLICO 520

Ramírez-Valadez, María Gabriela; Acuña-Acuña, María de Jesús; Martínez-Fernández, Maihualy; Rodríguez-García José Leonardo; Maltos-Buendía, Jorge.

FRECUENCIA DE AISLAMIENTO DE HONGOS ASOCIADOS A LA SECADERA DEL CHILE EN LA LAGUNA DE DURANGO 526

Ramírez-Valadez, María Gabriela ; Santana-Espinoza, Saúl; Martínez-Fernández Maihualy; García-Rodríguez, José Leonardo; Maltos-Buendía, Jorge.

ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO DE HIGUERILLA EN AGUASCALIENTES, MÉXICO 532

Martínez-Reyes, Ernesto; Arellano-Arciniega, Sergio; Borja-Bravo, Mercedes; Rosales-Serna, Rigoberto; Rojas-Santillán, Carlos

FRECUENCIA DE AISLAMIENTO DE HONGOS PATÓGENOS ASOCIADOS A LA SECADERA DEL CHILE EN DURANGO 538

Maihualy Martínez Fernández, María Gabriela Ramírez Valadez, José Leonardo García Rodríguez, Miguel Ángel Ramírez Fuentes

EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE INCORPORACIÓN DE FERTILIZANTES EN TRIGO EN SIEMBRA DIRECTA EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA 543

Ortiz-Avalos Alma Angélica, Cortés-Jiménez Juan Manuel

ENRAIZADO DE ESTACAS LEÑOSAS DE *SALIX BABYLONICA* L. UTILIZANDO DOS PRODUCTOS ENRAIZANTES COMERCIALES 548

García-Rodríguez, José Leonardo; Cepeda Rodríguez, Idaly; Ramírez-Valadez, María Gabriela; Martínez Fernández, Maihualy y Rosales Mata, Sergio

ENRAIZADO DE ESTACAS LEÑOSAS DE *POPULUS NIGRA* VAR. ITALICA UTILIZANDO DOS PRODUCTOS ENRAIZANTES COMERCIALES 554

García-Rodríguez, José Leonardo; Cepeda Rodríguez, Idaly; Ramírez-Valadez, María Gabriela; Martínez Fernández, Maihualy y Rosales Mata, Sergio

EVALUACIÓN DE LÍNEAS *PER SE* EN MAÍZ AMARILLO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS 561

Rosendo Hernández Martínez, Amalio Santacruz Varela, César Augusto Reyes Méndez, Ulises Aranda Lara, Liliana Guadalupe Alfaro Martinez

EFECTO DEL FERTILIZANTE STIMULATOR EN LA ACTIVIDAD DE LA CIANAMIDA DE HIDRÓGENO EN VID DE MESA 567

Martínez, Gerardo

EFECTO DEL ESTADO DE MADUREZ A LA COSECHA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD FORRAJERA DE VARIEDADES DE AVENA Y TRITICALE 571

J. D. Orozco Navarro, J. J. Olmos Colmenero, S. Gallardo Ramírez, y O. I. Santana.

INCIDENCIA DE MOSCA BLANCA EN ALGODÓN (*GOSSYPIUM SPP.*) EN CONDICIONES DE INVERNADERO 573

Jorge Maltos-Buendía, Enrique Hernández-Leal, Iván Franco-Gaytán, Urbano Nava-Camberos, Daniel Alfredo Rivera-Zamarripa

EFECTO DE LA EROSIÓN EOLICA EN LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO EN EL NORTE DE ZACATECAS 580

Miguel Nasyib Alvarado Sabag, Francisco Guadalupe Echavarría Cháirez, Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez, Guillermo Medina García, Alfonso Serna Pérez

EVALUACIÒN DE LA SEVERIDAD DE ROYA LINEAL AMARILLA EN GENOTIPOS DE TRIGO EN TRES LOCALIDADES DEL NORTE DE SINALOA..... 588

García-León, Elizabeth; Rodríguez-García, Maria Florencia; Llaven-Valencia, Genny; Calderòn-Garcìa, Luis Alberto y Villaseñor-Mir, Hector Eduardo

EVALUACIÓN DE SOBREVIVENCIA DE HÍBRIDOS INTRAESPECÍFICOS Y AUTOFECUNDADO DE VAINILLA (*VANILLA PLANIFOLIA* G. JACKSON) 594

Franco-Gaytán, Iván; Maltos-Buendía, Jorge; Maciel-Torres, Sandra Patricia; Hernández-Leal, Enrique y Ramos-Cruz, Carlos Miguel

INFESTACIÓN DE FLORES DE CHILE POR *FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS* PERG. EN AGUASCALIENTES, MÉXICO. 601

Rodolfo Velásquez-Valle

INSECTOS VECTORES POTENCIALES DE VIRUS Y FITOPLASMAS EN PARCELAS DE FRESA EN AGUASCALIENTES, MÉXICO 609

Rodolfo Velásquez-Valle

LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN AFECTA EL DESEMPEÑO AGRONÓMICO Y RENDIMIENTO DE TOMATE INJERTADO 615

Neymar Camposeco Montejo; Valentín Robledo Torres; Antonio Flores Naveda; Norma Angélica Ruiz Torres; Julio Cesar Tafolla Arellano

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE DOS GENOTIPOS REGIONALES DE *CAPSICUM ANNUUM* L. EN YUCATÁN 623

Basto-Pool, Carolina Isabel; Santamaría-Basulto, Felipe; Díaz-Plaza Raúl

EFECTOS DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN A LARGO PLAZO EN CULTIVOS DE SOYA, SORGO Y MAÍZ 629

Patishtan-Pérez, Juan ; Aguirre-Álvarez, Eduardo; Rocha-Solórzano, Gabriel; Delgado Martínez, Rafael

EFECTO DE LA COMPETENCIA INTRAESPECIFICA EN EL RENDIMIENTO DE FRUTO DE GUAYABO EN ALTA DENSIDAD 637

J. Saúl Padilla Ramírez, Ernesto González Gaona, Víctor M. Rodríguez Moreno,

LA TECNOLOGIA EN LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN 646

Soto-Álvarez, Claudia Elena; Ruíz-Ortega, Francisco Javier; Rodríguez-Torres, María Estela; Duarte-Ramírez, Rosario; Martínez-Rodríguez, Dora Ofelia

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE CHINCHES FITOFAGAS EN ALGODONERO EN LA COMARCA LAGUNERA 652

Alfredo Daniel Rivera-Zamarripa, Jorge Maltos-Buendía, Urbano Nava-Camberos, Verónica Ávila-Rodríguez y Homero Sánchez-Galván

EFECTO DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE NARANJA AGRIA (C*ITRUS AURANTIUM* L.) 660

Emilia Raquel Pérez Evangelista; Carlos Miguel Ramos Cruz; Enrique Hernández Leal; Iván Franco Gaytán; Jorge Maltos Buendía

EFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (H_2O_2) EN EL DESARROLLO DE PLANTAS DE CHILE (*CAPSICUM ANNUUM* L.) BAJO CONDICIONES DE ALTAS TEMPERATURAS 666

González Chavira Mario Martín, Guerrero Aguilar Brenda Zulema, Pons Hernández José Luis, Villalobos Reyes Salvador y González Pérez Enrique

RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE SORGO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA 672

López-Guzmán, Jesús A.; Moreno-Gallegos, Tomás; Gutiérrez-Gutiérrez, Obed Gabriel; Melgoza-Villagómez, Claudia María

RETOS EN LA AGRICULTURA PARA CONTRIBUIR AL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE 676

Osuna-Amador, J.D.1, Méndez Alonzo, R, Trasviña Castro, A, Saldívar Lucio, R, Hernández Martínez, R.

MANEJO AGRONÓMICO PARA OPTIMIZAR EL CRECIMIENTO DE PINO PRIETO EN PLANTACIONES COMERCIALES ESTABLECIDAS EN DURANGO 681

Rosales-Serna, Rigoberto, Saúl Santana Espinoza, Julio César Ríos Saucedo, Pablo Alfredo Domínguez Martínez y Donají Sierra Zurita

PODA COMO COMPONENTE TECNOLÓGICO PARA LA OPTIMIZACIÓN PRODUCTIVA EN PLANTACIONES COMERCIALES DE PINO 687

Rosales-Serna, Rigoberto, Erickson Basave Villalobos, Saúl Santana Espinoza1, Julio César Ríos Saucedo y Pablo Alfredo Domínguez Martínez

SENSOR DE NIVEL DE SEMILLA EN UNA SEMBRADORA DE PRECISIÓN 694

Rojas-Santillán, Carlos; Ernesto Martínez Reyes

PAQUETE TECNOLÓGICO DEL PRODUCTOR DE MAÍZ DE TEMPORAL EN AGUASCALIENTES 699

Arellano-Arciniega, Sergio, Mercedes Borja Bravo, Ernesto Martínez Reyes y Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico.

METODOLOGÍA PARA ESTIMAR EL REQUERIMIENTO HÍDRICO DE VEGETACIÓN NATURAL EN EL NOROESTE DE MÉXICO MEDIANTE TELEDETECCIÓN. CASO MEZQUITE. 706

Delgado-Ramírez, Gerardo; Hernández-Martínez, Luis Angel; Estrada-Ávalos, Juan; Miguel-Valle, Enrique; y Ramos-Cruz, Carlos Miguel.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE UN HUMEDAL ARTIFICIAL HÍBRIDO UTILIZANDO *TYPHA SPP.* Y *CYPERUS PAPYRUS* 713

Hermosillo-Alba, Melisa Concepción; Peña-Revuelta, Blanca Patricia; González-Avalos, Ramiro; Rocha-Valdez, Juan Leonardo; Rocha-Quiñones, Juan Leonardo

RESPUESTA PRODUCTIVA DEL RIEGO, DOSIS DE FERTILIZACIÓN Y VARIEDADES DE GARBANZO EN BCS .. 719

Navejas-Jiménez, Jesús; Melgoza Villagómez Claudia M., Gutierres Pérez Erasmo, Loya Ramírez José G., Mercado Mancera Gustavo

VARIABLES MORFOLÓGICAS EN VARIEDADES EXPERIMENTALES DE SORGO BLANCO 724

Aranda-Lara, Ulises, Ma. Eugenia Cisneros López, Héctor Williams Alanís

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE BUSTAMANTE, TAMAULIPAS..... 730

García-Gordillo, América; Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico, Ricardo Avilés Ruiz, Odilón Gayosso Barragán

RENTABILIDAD DE LA VARIEDAD DE TAMARINDO COLIMA 204 PARA EL TRÓPICO SECO DE MÉXICO. 736

Borja-Bravo, Mercedes; Venancio Cuevas Reyes, Alejandra Vélez Izquierdo, Blanca Isabel Sánchez Toledano y José Antonio Espinosa García

MÁRGENES DE COMERCIALIZACIÓN DE CHILE VERDE EN LA REGIÓN NORTE CENTRO DE MÉXICO. 743

Borja-Bravo, Mercedes; José Manuel López Olivares, Sergio Arellano Arciniega, Julio Cesar Moreno Castillo y Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico

RAZAS FISIOLÓGICAS DE LA ROYA DE LA HOJA DEL TRIGO (*PUCCINIA TRITICINA* E.) EN LA REGIÓN NORTE DE SINALOA 749

Calderón-García, Luis Alberto; Elizabeth García León, Hugo Beltrán Peña, Karla Yeriana Leyva Madrigal y Bardo Heleodoro Sánchez Soto

POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE VARIEDAD ES DE FRIJOL PARA CONDICIONES DE TEMPORAL EN OJUELOS, JALISCO 754

Gayosso-Barragán, Odilón; Carlos Alberto Aguirre Gutiérrez, Ulises Aranda Lara, José Ángel Cid Ríos

METODOS DE ESCARIFICACIÓN Y CALIDAD DE PLANTA DE *PINUS MAXIMARTINEZII* DE DOS PROCEDENCIAS PRODUCIDAS EN CONDICIONES DE VIVERO..... 760

Ríos-Saucedo, Julio C, Rigoberto Rosales Serna, Pablo A. Domínguez Martínez, Donaji Sierra Surita, Saúl Santana Espinoza

MODELO PARA ESTIMAR LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIANTE HARGREAVES AJUSTADA POR PENMAN-MONTIETH 767

Medina-García, Guillermo Martín García Bandala, Alba Nélida García Beltrán

VALIDACIÓN DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SUELO CON AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN EL ALTIPLANO DE SAN LUIS POTOSI 772

Martínez-Gamiño, M. A

SITUACIÓN ACTUAL DE LA INCIDENCIA DE PUDRICIÓN DE COGOLLO DEL HENEQUÉN EN YUCATÁN 776

Díaz-Plaza, Raúl; Rubén Guerrero Medina

RENDIMIENTO DE MAÍZ (*ZEA MAYS,* L.) BAJO RIEGO POR GOTEO, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA 782

Marroquín-Morales, José Á; Ortiz-Enríquez José E; Padilla-Valenzuela Isidoro; Félix-Valencia Pedro; Gayosso-Barragán Odilón

MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO CON SENSORES PARA LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN GARBANZO (*CICER ARIETINUM*, L.) BAJO RIEGO POR GOTEO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA 787

Marroquín-Morales, José Á; Ortiz-Enríquez José E; Padilla-Valenzuela Isidoro; Félix-Valencia Pedro; Gayosso-Barragán Odilón

RENDIMIENTO DE DIFERENTES POBLACIONES NATIVAS DE MAÍZ EN SINALOA..... 793

Ramiro Maldonado-Peralta, Delfina Salinas-Vargas, Andrés León-Villanueva, Aidé Hernández-Hernández, Cruz Enrique Beltrán-Burboa

PRODUCTIVIDAD DE AGUA DEL GIRASOL BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE ESTRÉS HIDRICO EN EL SUELO 800

Marco A. Inzunza-Ibarra, Marco A; Ernesto A. Catalán Valencia, Magdalena Villa Castorena, Mariana de J. Marcial Pablo, Sergio I. Jiménez Jiménez

RENDIMIENTO Y REACCIÓN A ENFERMEDADES DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL AZUFRADO BAJO TRES DENSIDADES DE POBLACIÓN EN CONDICIONES DE RIEGO..... 806

Padilla-Valenzuela, Isidoro; Ortiz Enríquez J. Eliseo, Guerrero Aguilar Brenda Z., Acosta G. Jorge A.

NUEVA LINEA CANDIDATA DE TRIGO CRISTALINO PARA EL SUR DE SONORA 811

Díaz-Ceniceros, Huizar Leonardo; Borbón-Gracia, Alberto; Chávez-Villalba, Gabriela; Fuentes-Dávila, Guillermo y Alvarado-Padilla, Jorge Iván

PATOGENICIDAD DE HONGOS AISLADOS DE PLANTAS DE CHILE CON SÍNTOMAS DE SECADERA..... 815

Ramírez-Valadez, María Gabriela; Martínez-Fernández, Maihualy; García-Rodríguez José Leonardo; Maltos-Buendía, Jorge; Santana-Espinoza Saúl .

RESPUESTA DE VARIEDADES DE CEBADA A LA APLICACIÓN DE DIFERENTES FUENTES Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA 820

Avila-Perches, Miguel Angel, Mauro Refugio Zamora Díaz, Ramón Huerta Zurita, Alfredo Josué Gámez Vázquez, Francisco Paúl Gámez Vázquez.

MÉTODOS DE INCORPORACIÓN DE NP Y COMPOSTA Y RENDIMIENTO DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*) EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA..... 825

Cortés-Jiménez, Juan Manuel, Ortiz-Avalos Alma Angélica

PATOGENICIDAD DE 30 AISLAMIENTOS DE HONGOS ASOCIADOS A LA SECADERA DEL CHILE EN NOMBRE DE DIOS Y POANAS, DGO. 831

Martínez-Fernández, Maihualy1*, María Gabriela Ramírez Valadez1, José Leonardo García Rodríguez1, Miguel Ángel Ramírez Fuentes1

PREFERENCIAS EN EL CONSUMO DE VERDURAS DE ACUERDO CON EL INGRESO ECONÓMICO EN LA COMARCA LAGUNERA 836

Maciel-Torres, Karen Pamela; Sandra Patricia Maciel-Torres, Iván Franco-Gaytán, Oscar Guadalupe Barrón-Bravo, Erika Nava-Reyna

RENDIMIENTO DE FORRAJE Y PUDRICIÓN DE TALLO DE MAÍZ EN TRES SISTEMAS DE LABRANZA 842

Briones-Reyes, Dolores, Osias Ruíz Álvarez, Carlos Rojas Santillán

PROGRAMACION DEL RIEGO SUPERFICIAL EN NOGAL USANDO EL MODELO CROPWAT – FAO EN EL SURESTE DE COAHUILA 848

Martínez-Rodríguez, Juan G.1*, Antonio Anaya Salgado2, Juan Manuel Covarrubias Ramirez1 y Victor M. Parga Torres1

PRODUCCIÓN DE *PINUS DURANGENSIS* MART. EN VIVERO CON DIFERENTES MEZCLAS DE SUSTRATOS.. 854

Martínez-Casas, Ricardo; Prieto-Ruíz, José Ángel; García-Rodríguez, José Leonardo; Salcido-Ruiz, Silvia; Goche-Télles, José Rodolfo

TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN A FINALES DEL SIGLO 21 EN ZONAS PRODUCTORAS DE NOGAL PECANERO EN MÉXICO 859

Corrales-Suastegui, Arturo, Osías Ruíz-Álvarez, Miguel Angel González-González, Mario Primitivo Narváez-Mendoza, Gerardo Martínez-Díaz

POTENCIAL PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE CACAO *THEOBROMA CACAO L.* 866

Muñoz-Aldape, Alejandro; Uresti Duran Diana, López Escudero Roberto de Jesus

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DE LAS LOCALIDADES DEL MUNICIPIO "EL MEZQUITAL, DURANGO" 872

Sierra-Zurita, Donaji; Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Julio César Ríos Saucedo, Saúl Santana Espinoza, Rigoberto Rosales Serna

UN ESTUDIO EXPLORATORIO PARA OPTIMIZAR LA ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA EN FORRAJE DE MAÍZ PARA ENSILAJE 878

Ramírez-Gutiérrez, D.E, E. Medina Núñez, L. Loza Gutiérrez, J. J. Olmos Colmenero1 y O. I. Santana*

RESPUESTA DE TRES VARIEDADES DE GARBANZO A DOS FUNGICIDAS APLICADOS AL SUELO: RENDIMIENTO DE GRANO 886

Pedro F. Ortega-Murrieta, Pedro F; Gustavo A. Fierros-Leyva, Isidoro Padilla Valenzuela, Brenda Z. Guerrero Aguilar, Jorge A. Acosta-Gallegos

PRODUCCIÓN DE FORRAJE BAJO RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL 892

Reyes-González, Arturo, David G. Reta Sanchez, Miguel Rivera González, Enrique Hernández Leal e Iván Franco Gaytán

REACCIÓN A LA PUNTA NEGRA (*ALTERNARIA* SP.) EN LÍNEAS ÉLITE DE TRIGO HARINERO EN EL CICLO 2015-2016 898

Fuentes-Dávila, Guillermo; Rosas-Jáuregui, I.A., Félix-Fuentes, J.L., Félix-Valencia, P., Chávez-Villalba, G.

REACCIÓN AL CARBÓN PARCIAL (*TILLETIA INDICA*) EN VARIEDADES Y LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO CRISTALINO EN EL CICLO 2018-2019 905

Fuentes-Dávila, Guillermo, Torres-Cruz, M.M., Rosas-Jáuregui, I.A., Félix-Fuentes, J.L., Félix-Valencia, P.

REACCIÓN A LA PUNTA NEGRA (*ALTERNARIA* SP.) EN VARIEDADES Y LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO CRISTALINO EN EL CICLO 2016-2017 912

Fuentes-Dávila, Guillermo; Rosas-Jáuregui, I.A., Félix-Fuentes, J.L., Torres-Cruz, M.M., Félix-Valencia, P.

RESPUESTA DEL FRIJOL (*PHASEOLUS VULGARIS, L.*) DE PRIMAVERA- VERANO EN FECHA TARDÍA BAJO RIEGO POR GOTEO A LA APLICACIÓN DE NUTRIENTES FOLIARES EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA. 919

Ortiz-Enríquez, J. Eliseo; Muñoz Valenzuela Sergio, Félix Valencia Pedro, Padilla Valenzuela Isidoro y Marroquín Morales J. Ángel

MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO CON SENSORES PARA LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*, L.) BAJO RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA. 926

Ortiz-Enríquez, J. Eliseo; Padilla Valenzuela Isidoro, Félix Valencia Pedro Marroquín Morales J. Ángel y Ortiz Muñoz Martín E.

RESPUESTA DIFERENCIAL EN GERMINACIÓN Y EMERGENCIA DE CUATRO ESPECIES DE LEGUMINOSAS SOMETIDOS A DIFERENTES CONCENTRACIONES SALINAS 933

Ruiz-Espinoza, Francisco Higinio; Beltrán Morales F. Alfredo, Loya Ramírez José Guadalupe, Zamora Salgado Sergio.

INCIDENCIA DE HONGOS DEL SUELO EN PLANTAS DE FRESA EN AGUASCALIENTES, MÉXICO. 940

Velásquez-Valle, Rodolfo

VARIEDADES DE AVENA EVALUADAS EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C. 947

Alvarado-Padilla, Jorge Iván, Villaseñor-Mir, Héctor Eduardo, Hortelano-Santa Rosa Rene, Díaz-Ceniceros, Huizar Leonardo y Martínez-Cruz Eliel

VIABILIDAD Y VIGOR DE SEMILLAS DE CALABAZA XMEJEN-K´UUM (*CUCURBITA MOSCHATA* DUCH) 952

Basto-Pool, Carolina Isabel; Hernández-Pinto, Carlos David

VALIDACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE TRIGO EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C. 957

Pérez-Franco, Francisca, Jorge Iván Alvarado Padilla, Gabriela Chávez Villalba, Huizar Leonardo Díaz Ceniceros y Elizabeth García Leon.

RESPUESTA DE LA AVENA *VAR.* TURQUESA A LA APLICACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES 961

Domínguez-Martínez, Pablo Alfredo; Saúl Santana Espinoza, Rigoberto Rosales Serna, Donají Sierra Zurita, Julio César Ríos Saucedo

PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN PRADERAS DE *XFESTULOLIUM* FERTILIZADAS CON ABONOS ORGÁNICOS 967

Domínguez-Martínez, Pablo Alfredo, Rigoberto Rosales Serna, Saúl Santana Espinoza, Donají Sierra Zurita, Julio César Ríos Saucedo

NUTRICIÓN MINERAL EN INVERNADERO DEL VIEJITO (CEPHALOCEREUS SENILIS HAW.) (FAM.: CACTACEAE) 973

Villavicencio-Gutiérrez, Eulalia Edith, Susana Pérez-Domínguez,

RESPUESTA DE LA EMERGENCIA DE PLÁNTULAS DE SOTOL (*DASYLIRION SPP.*) A TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS 978

Villa-Castorena, Ma. Magdalena, Ernesto Alonso Catalán-Valencia, Marco Antonio Inzunza-Ibarra, Hilario Macías Rodríguez

NIVEL DE PÉRDIDA DE AGUA Y NUTRIMENTOS EN EL DRENAJE DE UN SISTEMA ABIERTO DE HIDROPONÍA CON JITOMATE..... 985

Villalobos-Reyes, Salvador; González-Pérez, Enrique; Pons-Hernández, Jose Luis; González-Chavira, Mario; Guerrero-Aguilar, Brenda Zulema

CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DE BOVINOS EN LLERA, TAMAULIPAS 992

Barron-Bravo Oscar Guadalupe, Felipe-Victoriano Moisés, Avilés-Ruíz Ricardo.

CARACTERIZACIÓN DE UNA CUENCA SILVOPASTORIL AFECTADA POR UN INCENDIO FORESTAL AL SURESTE DE COAHUILA..... 999

Diana Yemilet Avila Flores, David Castillo Quiroz, Dora Alicia García García

COMERCIALIZACIÓN DE LA CARNE DE CABRITO EN EL MUNICIPIO DE BUSTAMANTE, TAMAULIPAS..... 1005

Ricardo Avilés-Ruiz, Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá-Rico, Manuel de Jesús Flores-Nájera

COMERCIALIZACIÓN DE QUESO FRESCO DE CABRA EN EL MUNICIPIO DE BUSTAMANTE, TAMAULIPAS 1014

Ricardo Avilés-Ruiz, Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá-Rico

COMPONENTES QUE AFECTAN EL PESO DE LA CAMADA AL DESTETE EN UN REBAÑO OVINO 1022

Rojas-Rodríguez, Octavio; Murguía-Olmedo, María de la Luz; Borges-Uc, Alejandro Josue y Ortiz de la Rosa, Benjamin

CRECIMIENTO DE BECERRAS LECHERAS HOLSTEIN BAJO DIFERENTE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN CON LECHE ENTERA 1028

Blanca Patricia Peña Revuelta, Ramiro González Avalos, Melisa Concepción Hermosillo Alba, Juan Leonardo Rocha Valdéz, José González Avalos

CRECIMIENTO DEL PASTO ESTRELLA DE ÁFRICA DURANTE LAS TRES ÉPOCAS DEL AÑO EN TABASCO, MÉXICO..... 1035

Lorenzo Granados-Zurita, Sandra Patricia Maciel-Torres, Manuela Margarita Jiménez-Ortiz, Jorge Quiroz-Valiente, Lorenzo Danilo Granados-Rivera

DIAGNÓSTICO DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL CONTEXTO DE LA ACTIVIDAD PECUARIA EN BAJA CALIFORNIA SUR 1041

Hernández-Martínez L.A, Medina-Córdova N, Avalos-Castro, R, Ramos-Cruz, C.M. y Cabada-Tavares, C.A.

FACTORES QUE AFECTAN LA SOBREVIVENCIA DE CORDEROS AL DESTETE EN DOS RAZAS DE PELO 1049

Murguía-Olmedo, María de la Luz y Rojas-Rodríguez, Octavio

INCIDENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA Y CONCENTRACIÓN DE CÉLULAS SOMÁTICAS PRESENTES EN LECHE DE CABRA ANTES Y DESPUÉS DE LLUVIAS 1056

Avalos Castro, Raúl; Cabada Tavares, Carlos; Palomares Reséndiz, Gabriela; Díaz Aparicio, Efrén

INFLUENCIA DE LA COMPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA SOBRE LOS PARÁMETROS DE LA CURVA DE CRECIMIENTO EN CABRITAS LOCALES DE REEMPLAZO 1062

Jorge A. Maldonado-Jáquez, Lorenzo Danilo Granados-Rivera, Pablo Alfredo Dominguez-Martínez, Iván Franco-Gaytán, Oscar Guadalupe Barrón-Bravo

SELECCION DE BACTERIAS ACIDO LÁCTICAS COMO PROBOTICOS PARA HEMBRAS DE REEMPLAZO EN GANADO BOVINO 1067

Zelaya-Molina Lily X. , Reyes-Leos Juan R., Ruvalcaba-Gómez José M. , Arteaga Garibay Ramón I., Rojas-Anaya Edith

SUPLEMENTACIÓN CON TRES SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN CABRAS ALIMENTADAS CON SOCA DE SORGO DURANTE EL PERIPARTO 1074

Rivera Salmerón, Patricia; Castellanos Pérez, Edmundo; Gallegos Robles, Miguel Ángel; y García Sánchez, Héctor Donaciano

SUSCEPTIBILIDAD DE PARÁSITOS DE EQUINOS CON LA COMBINACIÓN DE CLOSANTEL-FENBENDAZOL Y FACTORES RELACIONADOS 1080

Ángel-Sahagún Cesar Andrés, Barrón Bravo Oscar Guadalupe, Hernández Bocanegra Ángel Issac, Ávila Ramos Fidel, Jaime Hernández Aylín Elena

TECNOLOGÍA BIOFLOC: POTENCIAL MÉTODO DE ACUACULTURA SUSTENTABLE PARA LOS ESTADOS DE COAHUILA Y DURANGO, MÉXICO 1088

David Salcido-Gameros, Gabriel Fernando Cardoza-Martínez, Fernando Alonzo-Rojo, Josué Raymundo Estrada-Arellano y Miguel Ángel Garza-Martínez

USO DE DILUYENTES DE ORIGEN VEGETAL EN EL SEMEN CAPRINO 1097

Ángel-García O, Calderón Leyva MG, Guillen-Muñoz JM, Gaytán-Alemán LR, Veliz-Deras FG.

VARIABLES DE HUMEDAD DEL SUELO GENERADAS A PARTIR DE BANDAS ESPECTRALES EN UN PASTIZAL DE ZACATECAS. 1103

José Israel Casas Flores, Alfonso Serna Pérez, Pablito Marcelo Lopez Serrano, Francisco G., Echavarrá Chairez.

ABONOS VERDES EN PLANTACIONES DE COCOTERO ENANO(*COCOS NUCIFERA* L.) EN QUINTANA ROO MÉXICO. 1111

Sosa-Rubio, Edgar Enrique; Cortázar-Ríos Matilde; Herrera-Cool Gilbert José y Ramírez-Silva Jorge Humberto .

ACUMULACIÓN DE METALES PESADOS EN ALFALFA REGADA CON AGUA RESIDUAL DE LA INDUSTRIA TEXTIL 1119

Moreno-Reséndiz, Alejandra, Cristina García-González, José Luis Reyes-Carrilloa, Uriel Figueroa-Viramontes, Pablo Preciado Rangel

APLICACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE AVENA FORRAJERA (*AVENA SATIVA* L.) EN DURANGO 1125

Donaji-Sierra, Zurita, Rigoberto Rosales Serna, Saúl Santana Espinoza, Julio César Ríos Saucedo, Pablo Alfredo Domínguez Martínez

AZOSPIRILLUM Y ESTIÉRCOL SOLARIZADO EN EL COMPORTAMIENTO AGRONOMICO Y CALIDAD DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) 1131

Andrade-Sifuentes, A; Fortis-Hernández, M; Preciado-Rangel, P; Salazar-Sosa, Enrique

BIODISPONIBILIDAD DEL PLOMO PARA LA ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA*) EN SUELO ABONADO CON ESTIÉRCOL 1139

Puente-Valenzuela, Cristo Omar; Gonzalez-Barrios, José Luis; Cisneros-Valdez, Ma. Edubiges; Urrieta-Velazquez, José Alberto; Martínez-Méndez, Osvaldo Donovan

BIOFERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO CALABACITA (*CUCURBITA PEPO* L.) EN LA COMARCA LAGUNERA..... 1148

Martínez-Cueto, Victor, Antonio Gallegos Islas, Francisca Sánchez Bernal, Genoveva Hernández Zamudio, Juan Manuel Santos Nava

BIOFORTIFICACIÓN CON YODO EN PLANTAS DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM L.)*: EFECTOS SOBRE LA CALIDAD COMERCIAL Y NUTRACÉUTICA DE SUS FRUTOS 1152

Fortis-Hernández, Manuel; Ramírez-Díaz, Cinthya; Preciado-Rangel, Pablo; Lagunés-Fortiz, Erika; Zermeño-González, Héctor

CAPTURA DE CARBONO EN *CITRUS LATIFOLIA TAN*. EN EL GOLFO CENTRO DE MÉXICO 1161

Constante-García Vicenta, Erika Nava-Reyna, José Luis González-Barrios Jesús Arcadio Muñoz-Villalobos, Kassandra Santellanez-Arreola

CARACTERIZACIÓN Y POTENCIAL DE BIOCONTROL DE HONGOS ASOCIADOS A LA RIZOSFERA DE CUATRO RAZAS MEXICANAS DE MAÍZ 1168

Chávez-Díaz, Ismael Fernandoa; Arteaga-Garibay, Ramón Ignacioa; Zelaya-Molina, Lily Xochilta; Cruz-Cárdenas, Carlos Ivanb

CONSORCIOS NATIVOS DE HONGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES Y *TRICHODERMA* SPP. EN EL CONTROL DE *MELOIDOGYNE INCOGNITA* 1176

Herrera-Parra E., Cristóbal-Alejo J., Ramos-Zapata J., Estébanez-Reyes, M. Rosado-Lugo, R.

CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS EN LIXIVIADOS DE UN BIODIGESTOR DE UN ESTABLO LECHERO EN LA COMARCA LAGUNERA 1186

Valenzuela-García, Ana Alejandra; Urbina-Martínez, Miguel Ángel; Buendía-García, Alain; Luna-Anguiano, Jesús; González-Betancourt, María de Lourdes

CUANTIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE DE VASOS EN LA MADERA TEMPRANA Y TARDÍA DE *QUERCUS CANBYI TREL.* 1191

Constante-García, Vicenta, José Villanueva-Díaz, Julián Cerano-Paredes, Erika Nava-Reyna y Aldo Rafael Martínez-Sifuentes

EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICO-ORGÁNICA EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*ALLIUM CEPA* L) EN DURANGO..... 1199

Donaji-Sierra Zurita, Rigoberto Rosales Serna, Saúl Santana Espinoza*, Julio César Ríos Saucedo, Pablo Alfredo Domínguez Martínez

ESTIMACION DEL PESO VERDE DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES DE CANDELILLA EN COAHUILA..... 1206

Cano-Pineda, Antonio, Adrián Hernández-Ramos, Jonathan Hernández-Ramos, Xavier García-Cuevas y Celestino Flores-López.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO EN LA GERMINACIÓN IN VITRO DE LA BIZNAGA *ARIOCARPUS RETUSUS* SCHEIDW. (FAM.: CACTACEAE) 1213

Villavicencio-Gutiérrez, Eulalia Edith, Areli González-Cortes, Miguel A. Carranza Pérez

FERTILIZACION ORGANICA Y RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DE TOMATE EN MALLA SOMBRA (*SOLANUM LYCOPERSICUM* VAR. SALADETTE) 1219

Cirilo Vázquez Vázquez, Kevin Alain Ramírez Díaz, María Gabriela Cervantes Vázquez, Miguel Ángel Gallegos Robles, Tomás Juan Álvaro Cervantes Vázquez

IMPACTO DE LA ADICIÓN DE COMPOST EQUINO A SUELOS AGRÍCOLAS DE LA COMARCA LAGUNERA .. 1225

Nava-Reyna, Erika, Vicenta Constante-García, Jesús Vázquez-Arroyo, Clauvelly Carranza-Ortega

INCIDENCIA DEL PULGÓN AMARILLO [*MELANAPHIS SACCHARI* (ZEHNTNER)] BAJO INFESTACIÓN NATURAL EN VARIEDADES DE POLINIZACIÓN ABIERTA DE SORGO 1233

Cisneros-López, Ma. Eugenia, Aranda- Lara, Ulises, Williams-Alanís Héctor y Ortiz- Cháirez Flor Elena

LEVADURAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL ASOCIADAS A LA RAZA DE MAÍZ ELOTES CÓNICOS 1241

Zelaya-Molina Lily X, Palacios-Olvera Jacqueline, Reséndiz-Venado Zoe, Arteaga-Garibay Ramón I., Ramos-Garza Juan.

LIXIVIADO DE VERMICOMPOST EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) 1247

Sánchez-Bernal Francisca, Freddy Geovanny López Hernández, Víctor Martínez Cueto, Juan Manuel Nava Santos, Genoveva Hernández Zamudio,

MAPEO DEL PESO VERDE Y COBERTURA ARBUSTIVA DE *EUPHORBIA ANTISYPHILITICA* ZUCC. CON DATOS ESPECTRALES DEL SATELITE SENTINEL-2 1254

Hernández-Ramos, Adrián, Antonio Cano-Pineda, Enrique Buendía-Rodríguez, Juan Carlos Tamarit-Urias, Jonathan Hernández-Ramos.

MODELOS GENERALIZADOS PARA ALTURA-DIÁMETRO EN PLANTACIONES DE *SWIETENIA MACROPHYLLA* KING EN QUINTANA ROO, MÉXICO..... 1261

García-Cuevas Xavier; Hernández-Ramos Jonathan; Tamarit-Urias Juan Carlos; Hernández-Ramos Adrián y Cano-Pineda Antonio

NÚMERO DE USUARIOS DE APPRIEGO ALGODÓN EN SISTEMA OPERATIVO IOS Y ANDROID 1268

Narváez-Mendoza, Mario P., Carlos Rojas Santillán, Miguel Ángel González González, Osías Ruiz Álvarez y Sergio Alejandro Juárez Torres

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ANDROGÉNESIS APARTIR DE CULTIVO *IN VITRO* DE ANTERAS EN *CAPSICUM ANNUUM* 1274

Landin-Escobedo, María de los Ángeles, Guerrero Aguilar Brenda Zulema, González Chavira Mario Martín, Mora Avilés M. Alejandra y Pons Hernández José Luis

PERÓXIDO DE HIDROGENO COMO MÉTODO DE CONTROL CONTRA *FUSARIUM* SP. EN CHILE (*CAPSICUM ANNUUM* L.) 1281

González-Chavira, Mario Martín, Guerrero Aguilar Brenda Zulema, Pons Hernández José Luis, Villalobos Reyes Salvador y González Pérez Enrique

PRACTICAS DE MANEJO FORESTAL PARA *NOLINA CESPITIFERA* TREL. EN LOS ESTADOS DE COAHUILA Y ZACATECAS 1288

David Castillo Quiroz, Adrián Hernández Ramos, Antonio Cano Pineda, Eulalia Edith Villavicencio Gutiérrez, Pablito Marcelo López Serrano

RENDIMIENTO DE DOS HÍBRIDOS MAÍZ FORRAJERO INOCULADOS CON *BACILLUS* SPP..... 1293

Gallegos-Robles, Miguel Ángel; González-Salas Uriel; Rodríguez-Hernández Martha Georgina; García-de la Paz Nery Cecilia; García-Hernández José Luis

RESISTENCIA AL PULGÓN AMARILLO (*MELANAPHIS SACCHARI* (ZEHNTNER)) EN HÍBRIDOS DE SORGO GRANIFERO BAJO INFESTACIÓN NATURAL 1299

Cisneros-López Ma. Eugenia, Aranda- Lara Ulises, Williams-Alanís Héctor y Ortiz- Cháirez Flor Elena

RESPUESTAS DE PORTAINJERTOS DE GUANÁBANA (*ANNONA MURICATA* L.) INOCULADOS CON CONSORCIOS DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES 1308

Herrera-Parra E, Cristóbal-Alejo J, Lima-Burgos A., Pinzón-López L., Tún-Suárez J.

RESPUESTAS EN MAÍZ CÓNICO ANTE LA INTERACCIÓN CON HONGOS RIZOSFERICOS ASOCIADOS A RAZAS MEXICANAS DE MAÍZ 1316

Chávez-Díaz, Ismael Fernandoa; Zelaya-Molina, Lily Xochilta; Arteaga-Garibay, Ramón Ignacio; Sandoval-Cancino, Gabrielab

SELECCIÓN DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL EN DIFERENTES VARIEDADES DE AJO 1323

Zelaya-Molina Lily X., Sandoval-Cancino Gabriela, Díaz-Chávez Fernando I., Arteaga-Garibay Ramón I., Cruz-Cárdenas Carlos I.

SUPERVIVENCIA Y SOSTENIBILIDAD PRODUCTIVA DE BIOMASA EN ESPECIES VEGETALES DE INTERÉS BIOENERGÉTICO Y AGRÍCOLA 1330

Rosales-Serna, Rigoberto, Julio César Ríos Saucedo, Saúl Santana Espinoza, Pablo Alfredo Domínguez Martínez y Artemio Carrillo Parra.

PONENCIAS MAGISTRALES

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

196-2, NUEVA VARIEDAD EXPERIMENTAL DE SORGO PARA GRANO PARA EL SUR DE TAMAULIPAS

196-2, NEW EXPERIMENTAL SORGHUM VARIETY GRAIN TO TAMAULIPAS SOUTH

Héctor Williams Alanis[2]*, Ulises Aranda Lara[1], Gerardo Arcos Cavazos[3], Francisco Zavala García[4] y Ma. Eugenia Cisneros López[1]

[1]INIFAP. Campo Experimental Rio Bravo, Tamaulipas. Carretera. Matamoros-Reynosa km-61. CP.88900. [2]Ex Investigador de INIFAP. Campo Experimental Rio Bravo, Tamaulipas. [3]Ex Jefe de Campo. INIFAP. Campo Experimental Huastecas, Tamaulipas. Carretera Tampico-Cd. Mante Km. 55. CP.89339. [3]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, (FAUANL). Carretera. Zuazua-Marín, Nuevo León km-17.5. CP.66700. ulises.aranda.lara@gmail.com

RESUMEN

En México el cultivo de sorgo es muy importante, siendo el tercero en superficie sembrada después del maíz y frijol. Tamaulipas es el principal estado productor de sorgo, donde se siembra en promedio 890 mil hectáreas y se producen dos millones 400 mil toneladas anuales; presenta el problema de escases de híbridos y variedades nacionales y semilla para siembra importada y cara. La variedad experimental 196-2 se formó a partir de la cruza de RB-Paloma por Fortuna; la cual se realizó en Marín, N.L., (FAUANL). Posteriormente en las generaciones segregantes F2 a F5, se efectuó selección autofecundando entre 10 a 15 plantas en cada generación, hasta que en la F5, se generó una variedad estable a la que se le denomino 196-2. La evaluación se realizó en el INIFAP, Campo Experimental las Huastecas, siendo sembrados en riego durante los ciclos; otoño Invierno 2013-2014; otoño-Invierno 2015-2016, y otoño invierno 2016-2017 y primavera verano 2015, temporal. La variedad experimental, presentó un rendimiento promedio de grano ($p \leq 0,05$) kg/ha (3533), similar a RB-Paloma (2955) y superior a Fortuna (2494) en 41,7 %; además fue más precoz a la floración (74,1) que Fortuna (84,3). Para altura de planta (m), 196-2 fue igual (168) que Fortuna (174) y RB-Paloma (159). Para incidencia de enfermedades foliares, Fortuna presentó menor incidencia ($p \leq 0,05$) que RB-Paloma; mientras que 196-2 presentó una incidencia intermedia, igual a los dos testigos. En rendimiento de grano por ambiente, se observó que la variedad fue estable, compitiendo bien en cada uno de los ambiente con los testigos. Se concluyó que la variedad experimental, presentó características agronómicas sobresalientes para la región sur de Tamaulipas; por lo que se recomienda se registre ante el SNICS y se proceda a su recomendación comercial.

ABSTRACT

In Mexico, sorghum crop is very important, being the third in area planted after corn and beans. Tamaulipas state is the main sorghum producer, where an average of 890 thousand hectares are planted and two million 400 thousand tons are annually produced; presents national hybrids and varieties shortage problem and planted seed are imported and expensive. The experimental variety 196-2 was formed from the cross of RB-Paloma by Fortuna; which was held in Marín, N.L., (FAUANL). Subsequently, in the F2 to F5 segregating generations, self-selection was carried out by fertilizing between 10 to 15 plants in each generation, until in F5, a stable variety was generated, which was named 196-2. The evaluation was carried out at the INIFAP, Campo Experimental las Huastecas, being planted under irrigation during the cycles; Fall Winter 2013-2014; Fall-Winter 2015-2016, and Fall Winter 2016-2017 and Spring Summer 2015, in dry land. The experimental variety presented an average grain yield ($p \leq 0.05$) kg/ha (3533), similar to RB-Paloma (2955) and superior to Fortuna (2494) in 41.7%; It was also earlier in flowering (74.1) than Fortuna (84.3). For plant height (m), 196-2 was the same (168) as Fortuna (174) and RB-Paloma (159). For foliar diseases incidence, Fortuna had a lower incidence ($p \leq 0.05$) than RB-Paloma; while 196-2 presented an intermediate incidence, equal to the two controls. In grain yield per environment, it was observed that the variety was stable, competing well in each environment with controls. It was concluded that the experimental variety presented outstanding agronomic characteristics for the southern region of Tamaulipas; therefore, it is recommended to register with the SNICS and proceed to its commercial recommendation.

INTRODUCCIÓN

En México el cultivo de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es muy importante; ya que se ubica en el tercer lugar, en cuanto a superficie sembrada después del maíz *Zea mays* (L.) y frijol *Phaseolus vulgaris* (L.) (Soltero *et al*., 2005). La superficie de siembra promedio para esta gramínea, es de un millón 500 mil hectáreas, de las cuales se obtiene una producción anual de cinco millones 800 mil toneladas. El estado de Tamaulipas es el principal productor de sorgo, donde se siembra 890 mil hectáreas y se producen dos millones 400 mil toneladas anuales (SIAP, 2019). En el sur de Tamaulipas, el sorgo se siembra en una área aproximada de 100 mil hectáreas al año y se obtiene una producción de 250 mil toneladas de grano. Se presenta el problema de falta de híbridos y variedades Mexicanas de sorgo, para condiciones de riego y temporal; con buena producción de grano y forraje y tolerantes a enfermedades (Williams *et al.,* 2015). Además la mayor parte de la semilla para siembra es importada y es muy cara (Flores-Naveda *et al.,* 2013). Esto genera dependencia tecnológica, incremento de

los costos de producción, reducción de la rentabilidad y disminución de la competitividad de los productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

La variedad 196-2 se formó de la cruza de RB-Paloma por Fortuna; la cual se realizó durante el ciclo otoño-invierno 2011-2012, en la estación experimental Marín, N.L., de la Facultad de Agronomía (FAUANL). En las generaciones segregantes F2 a F5, se realizó una selección visual de las plantas que tuvieron las mejores características agronómicas, autofecundando entre 10 a 15 plantas por generación; lo más parecidas entre sí, para uniformizarlas, obteniendo al final de este proceso la variedad 196-2. Posteriormente se evaluó en el Campo Experimental las Huastecas (INIFAP), en Estación Cuauhtémoc, Tamaulipas Coordenadas 22^0 33' LN/ 98^0 09' LO, con una altura de 20 msnm. Presenta un clima (Aw0) cálido subhúmedo con lluvias en verano y lluvia invernal de 5-10% (García, 1988); con temperatura promedio anual de 24,5 °C y de 842 mm de precipitación (INIFAP, 2015). Se prepararon cuatro experimentos uniformes, que fueron sembrados durante los ciclos; otoño Invierno 2013-2014 con tres riegos; primavera verano 2015, temporal; otoño-Invierno 2015-2016, cuatro riegos y otoño invierno 2016-2017 dos riegos. Se comparó con los testigos comerciales; RB-Paloma variedad generada por el Campo Experimental Rio Bravo durante el año 2012 (Montes *et al*., 2012); mientras que Fortuna se liberó para la producción de grano y forraje y presentó muy buena adaptación en la región del sur de Tamaulipas (González *et al*., 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se encuentran los resultados de las características agronómicas de la variedad 196-2 y testigos; donde encontramos que la variedad, presentó un rendimiento promedio de grano ($p \leq 0,05$) kg/ha (3533), similar a RB-Paloma (2955) y superior a Fortuna (2494) en 41,7 %; además fue más precoz a la floración (74,1) que Fortuna (84,3). Para altura de planta (m), 196-2 fue igual (168) que Fortuna (174) y RB-Paloma (159). Al respecto Williams *et al*., (2015) indica, que los sorgos con altura de planta superiores a 1,70 (m) son indeseables, ya que suelen presentar problemas de acame y dificultad para la cosecha mecánica; por lo cual se considera que 196-2, tiene una altura de planta adecuada, para ambos propósitos. En incidencia de enfermedades foliares, Fortuna presentó menor ($p \leq 0,05$) incidencia (1.99) que RB-Paloma (2.65); mientras que 196-2 (2.28) obtuvo una incidencia intermedia, similar a los testigos. Montes et al., (2012) encontró, que RB-Paloma es tolerante a enfermedades foliares. En estos trabajos fue más susceptible a enfermedades foliares que Fortuna. Al respecto Moreno-Gallegos *et al.,* (2017), encontró que esta misma variedad fue

tolerante a Carbón de la Panoja *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. Lo que indicó que Fortuna fue una buena opción para utilizarla en los trabajos de mejoramiento genético, que se realizaron para formar esta variedad. El contar con variedades con mayor potencial productivo, es una buena alternativa, y si además consideramos que las variedades de polinización libre presentan la ventaja, de que la semilla es más fácil de producir, es más barata que la de los híbridos y puede ser producida por los mismos productores (Flores-Naveda *et al.,* 2012; Hernández-Espinal y Moreno-Gallegos, 2014). Por lo tanto, esta tecnología contribuye a disminuir los costos de producción y consecuentemente mejora los ingresos de los productores. En el Cuadro 2 se encuentran los resultados para rendimiento de grano en cuatro ambientes, donde observamos que la variedad experimental fue estable, compitiendo en cada uno de los ambientes con los testigos. Otras características agronómicas importantes de la variedad experimental fueron: grano color blanco, sin testa, espigas semicompactas, con 13.8 hojas por planta, tolerante al acame, longitud de panoja de 23,9 cm y 19.3 mm de diámetro de tallo. Los resultados indican que por sus características agronómicas favorables, 196-2, es una buena opción para que se recomiende para producción de grano, en el sur de Tamaulipas.

Cuadro 1. Medias (Tukey p≤0,05) de características agronómicas de 196-2 y testigos, evaluados en cuatro ambientes, durante los años 2013 a 2017, en Estación Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas, México.

Variedad	Rendimiento grano (kg ha^{-1})	Biomasa (kg ha^{-1})	Días a floración	Altura planta (cm)	Excersión (cm)	Inc. Enf. foliares
196-2	3533a	20007ab	74.1b	168a	14.0b	2.28ab
RB-Paloma (T)	2955ab	18419b	69.7c	159a	20.1ab	2.65a
Fortuna (T)	2494b	28541a	84.3a	174a	10.5c	1.99b
CV %	23.6	18.4	2.6	8.1	37.4	20.0

(T): = testigos, CV: = coeficiente de variación. Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Incidencia de enfermedades foliares se calificó en forma visual de menor a mayor, mediante una escala de 1 al 5.

Cuadro 2. Resultados de rendimiento de grano (kg ha^{-1}) de la variedad experimental 196-2 y testigos (Tukey p≤0,05), establecidos en cuatro experimentos en el sur de Tamaulipas.

	Rendimiento de grano (kg ha^{-1})			
	Localidades			
Variedad	O-I 13-14	P-V 2015	O-I 15-16	O-I 16-17
196-2	5812 a	2673 a	3757 a	1890 a
RB-Paloma (T)	4711 ab	1695 a	3326 a	2087 a

Fortuna (T)	2962 b	2569 a	3162 a	1282 a
CV %	16.8	32.2	19.2	27.5

(T): = testigos, CV: = coeficiente de variación. Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. O-I=Ciclo otoño-Invierno: P-V= Ciclo Primavera-verano.

CONCLUSIONES

La variedad experimental 196-2, presentó características agronómicas sobresalientes para la región sur de Tamaulipas. Por lo que se recomienda se registre ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y se proceda a su recomendación comercial.

REFERENCIAS

Flores-Naveda A., C.G.S. Valdés-Lozano, W.L. Rooney, E. Olivares-Sáenz, F. Zavala-García, A. Gutiérrez-Díez, y M.E. Vázquez-Badillo**.** 2012. Rendimiento de grano en líneas de sorgo cultivadas bajo riego y riego limitado en Texas. Phyton. 81:1.

Flores-Naveda, A., C.G.S. Valdés-Lozano, F. Zavala-García, E. Olivares-Sáenz, A. Gu tiérrez-Díez, y M.E. Vázquez- Badillo. 2013. Comportamiento agronómico de líneas para la producción de semilla de sorgo. Agron. Mesoam. 24:119-131.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., MEX.

González A., E. Aguirre, y J.A. Hernández. 2009. Sorgo fortuna, una alternativa para producir forraje en la planicie Huasteca. Desplegable para productores No. 11. INIFAP, MEX. http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/1(consultado 24 ene. 2017).

Hernández-Espinal, L.A., T. Moreno-Gallegos. 2014. Análisis de las generaciones F1 y F2 de híbridos experimentales y comerciales de sorgo. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 5: 49-59.

INIFAP, 2015. Campo Experimental Huastecas. En: www.inifapcirne.gob.mx/Localizacion Huastecas.htm/(consultado 30 dic. 2018).

Montes, G.N., A.H. Williams, G.T. Moreno, L.M.E. Cisneros, y Q.V. Pecina, 2012. RB-Paloma variedad de sorgo blanco para consumo humano y forraje. Rev. Fitotec. Mex. 35:185-187.

Soltero-Díaz, L., J. Ron-Parra, J.L. Ramírez-Díaz y D.R. González-Eguiarte. 2005. Respuesta a la selección de la población de sorgo TP-17 para resistencia *a Exserohilum turcicum* (Leo y Sug.) y para porte bajo de planta.. Rev. Fitotec. Mex. 28: 99-104.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Producción Agrícola. México http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/. Fecha de consulta 19 de mayo del 2019.

Williams, A.H., y C.G. Arcos. 2015. Comportamiento agronómico de híbridos y progenitores de sorgo para grano en las Huastecas. Agron. Mesoam. 26:87-97.

197-2, NUEVA VARIEDAD EXPERIMENTAL DE SORGO PARA GRANO Y FORRAJE PARA EL SUR DE TAMAULIPAS

197-2, NEW EXPERIMENTAL SORGHUM VARIETY FOR GRAIN AND FORAGE TO TAMAULIPAS SOUTH

Héctor Williams Alanis[2]*, Ulises Aranda Lara[1], Gerardo Arcos Cavazos[3], Francisco Zavala García[4] y Ma. Eugenia Cisneros López[1]

[1]INIFAP. Campo Experimental Rio Bravo, Tamaulipas. Carretera. Matamoros-Reynosa km-61. CP.88900. [2]Ex Investigador de INIFAP. Campo Rio Bravo, Tamaulipas.[3]Ex Jefe de Campo. INIFAP. Campo Experimental Huastecas, Tamaulipas. Carretera Tampico-Cd. Mante Km. 55. CP.89339. [4]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, (FAUANL). Carretera. Zuazua-Marín, Nuevo León km-17.5. CP.66700. ulises.aranda.lara@gmail.com

RESUMEN

Tamaulipas es reconocido por que es el estado con mayor superficie y producción de sorgo para grano en México; además de que es uno de los principales estados ganaderos del país. La red de bovino es la segunda en importancia económica y contribuye con 4044 millones de pesos al PIB agropecuario. La semilla para siembra es importada y cara, por lo que se requiere semilla nacional producida en el país de buena calidad genética y fisiológica, a un menor costo. La variedad experimental 197-2 se formó a partir de la cruza de RB-Paloma por Fortuna; la cual se realizó en Marín, N.L., (FAUANL). Posteriormente en las generaciones segregantes F2 a F5, se efectuó selección, autofecundando entre 10 a 15 plantas en cada generación, hasta que en la generación F5 se uniformizó, denominándola como 197-2. La evaluación se realizó en el INIFAP, Campo Experimental las Huastecas, siendo sembrados en riego durante los ciclos; otoño-Invierno 2013-2014; otoño-Invierno 2015-2016, y otoño-invierno 2016-2017 y primavera-verano 2015, temporal. La variedad experimental, presentó un rendimiento promedio de grano ($p \leq 0,05$) kg/ha (3533), similar a RB-Paloma (2955) y superior a Fortuna (2494) en 41,7 %; además fue más precoz a la floración (77,1) que Fortuna (84,3). Para altura de planta (m), 196-2 fue igual (168) que Fortuna (174) y RB-Paloma (159). La variedad experimental 197-2, presentó rendimiento de biomasa ($p \leq 0,05$) kg ha^{-1} de 27822, igual que Fortuna (28541) y superior a RB-Paloma (18419) en 55 %. Además, presentó menor incidencia de enfermedades foliares que RB-Paloma. Los resultados de rendimiento de grano por ambiente mostraron, que la variedad fue estable compitiendo bien con los testigos. Se concluyó que 197-2, presentó características agronómicas sobresalientes para la región sur

de Tamaulipas. Por lo que se recomienda se registre ante el SNICS y se proceda a su recomendación comercial.

ABSTRACT

Tamaulipas is recognized for being the state with the largest area and production of sorghum for grain in Mexico; besides that it is one of the main cattle states of the country. The bovine network is the second in economic importance and contributes 4044 million pesos to the agricultural PIB. The seed for sowing is imported and expensive, so national seed produced in the country of good genetic and physiological quality is required, at a lower cost. The experimental variety 197-2 was formed from the cross of RB-Paloma by Fortuna; which was held in Marín, N.L., (FAUANL). Later, in the segregating generations F2 to F5, selection was made, self-fertilizing between 10 to 15 plants in each generation, until in the F5 generation it was standardized, denominating it as 197-2. The evaluation was carried out at the INIFAP, Campo Experimental las Huastecas, being planted under irrigation during the cycles; Fall-Winter 2013-2014; Fall-Winter 2015-2016, and Fall-Winter 2016-2017 and Spring-Summer 2015, in dry land. The experimental variety presented an average grain yield (p≤0.05) kg / ha (3533), similar to RB-Paloma (2955) and superior to Fortuna (2494) in 41.7%; It was also earlier in flowering (77.1) than Fortuna (84.3). For plant height (m), 196-2 was the same (168) as Fortuna (174) and RB-Paloma (159). The experimental variety 197-2, presented biomass yield (p≤0.05) kg ha-1 of 27822, the same as Fortuna (28541) and superior to RB-Paloma (18419) in 55%. In addition, it had a lower foliar diseases incidence than RB-Paloma. The grain environment yield results that the variety showed was stable competing well with the controls. It concluded that 197-2 presented outstanding agronomic characteristics for the Tamaulipas south region. Therefore, it is recommended to register with the SNICS and proceed to its commercial recommendation.

INTRODUCCION

En México el cultivo de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], es muy importante; situándose en el cuarto productor a nivel mundial. La superficie dedicada a este cultivo en los últimos diez años, alcanzó un promedio de 1.8 millones de hectáreas con un volumen de producción de seis millones de toneladas anuales. Es un cultivo que se emplea para la elaboración de alimentos balanceados de consumo pecuario. El 60 % de los requerimientos nacionales, se satisfacen con producción interna, mientras el otro 40 %, se importan de los Estados Unidos (SAGARPA, 2015). Tamaulipas es líder nacional en la producción de sorgo, además es uno de los principales estados ganaderos del país. La red de bovino es la segunda en importancia

económica en el estado y contribuye con 4044 millones de pesos al PIB agropecuario (Reyes-Rodríguez, 2017). Se presenta el problema de falta de híbridos y variedades mexicanas de sorgo, con buena producción de grano y forraje (Williams *et al.,* 2015). La mayor parte de la semilla sembrada, es importada y cara (Flores-Naveda *et al.,* 2013). Una manera de reducir los costos del cultivo, es mediante la utilización de variedades de polinización libre; ya que su semilla suele ser más fácil de producir, es más barata que la de los híbridos y puede ser formada por los mismos productores (Flores-Naveda *et al.,* 2012; Hernández-Espinal y Moreno-Gallegos, 2014).

MATERIALES Y METODOS

La variedad 197-2 se formó de la cruza de RB-Paloma por Fortuna. La cruza se realizó durante el ciclo primavera 2012, en la estación experimental Marín, N.L., de la Facultad de Agronomía (FAUANL). Posteriormente en las generaciones F2 a F5, se realizó una selección visual de las plantas que tuvieron las mejores características agronómicas, tales como; altura de planta, ciclo vegetativo, sanidad y aspecto de planta; autofecundando entre 10 a 15 plantas por generación, lo más parecidas entre sí, para uniformizarla, obteniendo al final de la F5, la variedad 197-2. La variedad se evaluó en el Campo Experimental las Huastecas (INIFAP), Estación Cuauhtémoc, municipio de Altamira, Tamaulipas, México; Coordenadas 22^0 33' LN/ 98^0 09' LO, con una altura de 20 msnm. Presenta un clima (Aw0) cálido subhúmedo con lluvias en verano y lluvia invernal de 5-10% (García, 1988); con temperatura promedio anual de 24,5 °C y de 842 mm de precipitación (INIFAP, 2015). Se evaluó: durante los ciclos otoño-Invierno 2013-2014 con tres riegos; primavera verano 2015, temporal; otoño-Invierno 2015-2016, cuatro riegos y otoño-invierno 2016-2017 dos riegos. Se comparó con los testigos comerciales RB-Paloma y Fortuna. RB-Paloma es una variedad para la producción de grano y forraje, generada por INIFAP, Campo Experimental Rio Bravo durante el año 2012 (Montes *et al*., 2012); mientras que Fortuna se formó en INIFAP, Campo Experimental Tecomán, Colima, (González *et al*., 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se encuentran los resultados de las características agronómicas de la variedad 197-2 y testigos; donde observamos que la variedad experimental, presentó un rendimiento de grano promedio ($p \leq 0,05$) kg ha^{-1} (2952), similar a RB-Paloma (2955) y a Fortuna (2494). Para días a floración la variedad experimental presentó 77 días a floración, el cual fue mayor que RB-Paloma (69.7) y menor que Fortuna (84.3). Para altura de planta 197-2 presentó, 195 cm superior a RB-Paloma con 159 y a Fortuna 174. Para producción de biomasa, presentó una producción de 27822 kg ha^{-1}, igual que RB-Paloma 18419 y Fortuna 28541, pero Fortuna, fue superior a RB-Paloma. Esto coincide con los resultados obtenidos

por Valadez *et al.* (2011), donde encontró en el sur de Tamaulipas para Fortuna, los valores mayores para producción de biomasa. La explicación del por qué Fortuna presentó mayor producción de biomasa que Paloma, se puede deber a que dicha variedad es más tardía y alta, lo que favorece una mayor producción de biomasa. Lo cual es corroborado con los resultados para ciclo vegetativo y biomasa obtenidos respectivamente por Zhang y Wang, (2015), y para altura de planta por (Sylvester *et al*., 2015). Para incidencia de enfermedades foliares la variedad experimental fue igual que Fortuna y fue más sana que RB-Paloma. Las enfermedades foliares, son un problema importante en el cultivo de sorgo en el sur de Tamaulipas (Williams *et al.,* 2017); ya que su presencia puede afectar la producción de jugo e inducir el acame (Girad, 1980). En el Cuadro 2 los resultados muestran que 197-2 es una buena alternativa para recomendarse para producción de grano en el sur de Tamaulipas. Otras características agronómicas importantes de la variedad experimental son: grano color blanco, sin testa, espigas semicompactas, con 13.8 hojas por planta, tolerante al acame, 18,9 cm de longitud de panoja y 21.3 mm de diámetro de tallo.

Cuadro 1. Medias (Tukey p≤0,05) de características agronómicas de la variedad experimental 197-2 y testigos, evaluados en cuatro ambientes, durante los años 2013 a 2017, en Estación Cuauhtémoc, Tamaulipas, México.

Variedad	Rendimiento grano (kg ha^{-1})	Biomasa (kg ha^{-1})	Días a floración	Altura planta (cm)	Excersión (cm)	Inc. Enf. foliares
197-2	2959 a	27822 ab	77.0 b	195 a	18.9 ab	2.08 b
RB-Paloma (T)	2955 a	18419 b	69.7 c	159 b	20.1 ab	2.65 a
Fortuna (T)	2494 a	28541 a	84.3 a	174 b	10.5 c	1.99 b
CV %	23.6	18.4	2.6	8.1	37.4	20.0

(T): = testigos, CV: = coeficiente de variación. Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes.

Cuadro 2. Resultados de rendimiento de grano (kg ha^{-1}) de la variedad experimental 197-2 y testigos (Tukey p≤0,05), establecidos en cuatro experimentos en el sur de Tamaulipas.

	Rendimiento de grano (kg ha^{-1})			
	Localidades			
Variedad	O-I 13-14	P-V 2015	O-I 15-16	O-I 16-17
197-2	4036 a	2324 a	3781 a	1694 a
RB-Paloma (T)	4711 a	1695 a	3326 a	2087 a
Fortuna (T)	2962 a	2569 a	3162 a	1282 a
CV %	16.8	32.2	19.2	27.5

(T): = testigos, CV: = coeficiente de variación. Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. O-I=Ciclo otoño-invierno: P-V= Ciclo primavera-verano.

CONCLUSIONES

La variedad experimental 197-2, presentó características agronómicas sobresalientes para la región sur de Tamaulipas; por lo que se recomienda se registre ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y se proceda a su recomendación comercial.

REFERENCIAS

Flores-Naveda A., C.G.S. Valdés-Lozano, W.L. Rooney, E. Olivares-Sáenz, F. Zavala-García, A. Gutiérrez-Díez, y M.E. Vázquez-Badillo**.** 2012. Rendimiento de grano en líneas de sorgo cultivadas bajo riego y riego limitado en Texas. Phyton. 81:113-122

Flores-Naveda, A., C.G.S. Valdés-Lozano, F. Zavala-García, E. Olivares-Sáenz, A. Gu tiérrez-Díez, y M.E. Vázquez- Badillo. 2013. Comportamiento agronómico de líneas para la producción de semilla de sorgo. Agron. Mesoam. 24:119-131.

Girard, J.C. 1980. A review of souty stripe and rouge, zonate and oval leaf spots. In: R.J. Williams et al., editors, Sorghum diseases, a world review. ICRISAT, Patancheru (AP), IND. p. 229-239.

González A., E. Aguirre, y J.A. Hernández. 2009. Sorgo fortuna, una alternativa para producir forraje en la planicie Huasteca. Desplegable para productores No. 11. INIFAP, MEX. http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/1(consultado 24 ene. 2017).

INIFAP, 2015. Campo Experimental Huastecas. En: www.inifapcirne.gob.mx/Localizacion Huastecas.htm/(consultado 30 dic. 2018).

Hernández-Espinal, L.A., T. Moreno-Gallegos. 2014. Análisis de las generaciones F1 y F2 de híbridos experimentales y comerciales de sorgo. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 5: 49-59.

Montes, G.N., A.H. Williams, G.T. Moreno, L.M.E. Cisneros, y Q.V. Pecina, 2012. RB-Paloma variedad de sorgo blanco para consumo humano y forraje. Rev. Fitotec. Mex. 35:185-187.

Reyes-Rodríguez E, 2017. Productividad de la red bovino en Tamaulipas. https://www.ganaderia.com › destacado › En-Tamaulipas,- cuantifican (consultado 5 sep. 2019).

SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2015. Sorgo grano mexicano. Planeación Agrícola Nacional 2017 2030. En: www.gob.mx › B_sico-Sorgo_Grano. Fecha de consulta 10 de julio del 2020.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Producción Agrícola. México http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/. Fecha de consulta 19 de mayo del 2019.

Sylvester, E.A., Z. Li-Min, X. Yan, Z. Yu-Miao, L. Zhi-Quan, and J. Hai-Chun. 2015. Sweet sorghum ideotypes: genetic improvement of the biofuel syndrome. Food Energy Security. Food an Energy Security 4:3-24.

Williams, A.H., y C.G. Arcos. 2015. Comportamiento agronómico de híbridos y progenitores de sorgo para grano en las Huastecas. Agron. Mesoam. 26:87-97.

Williams-Alanís, H., F. Zavala-García, G. Arcos-Cavazos M.C. Rodríguez-Vázquez, E,. Olivares-Sáenz. 2017. Características agronómicas asociadas a la producción de bioetanol en genotipos de sorgo dulce. Agron. Mesoam. 28: 549-563.

Zhang, B., and Q. Wang. 2015. MicroRNA-based biotechnology for plant improvement. J. Cell. Physiol. 230:1-15.

CARACTERIZACIÓN AGRO-MORFOLÓGICA DE LA POBLACIÓN ÍNDICA DE ARROZ EN ÉBANO, SAN LUIS POTOSÍ

AGRO-MORPHOLOGICAL CHARACTERISATION OF RICE *INDICA* POPULATION IN ÉBANO, SAN LUIS POTOSÍ

Patishtan-Pérez, Juan[1*]; Barrios-Gómez, Edwin Javier[2]; Delgado-Martínez, Rafael[3]; Pérez-García, Víctor Hugo[4]

[1]Campo Experimental Las Huastecas, CIRNE-INIFAP Carretera Tampico-Mante, Km. 55. Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas. [2]Campo Experimental Zacatepec, CIRCE-INIFAP. Km. 0.5 Carretera Zacatepec-Galeana, Col. Centro, Zacatepec, Morelos. [3]Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario, Cd. Victoria, Tamaulipas. [4]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Colonia Buenavista. 25315, Saltillo, Coahuila. *patishtan.juan@inifap.gob.mx; jpp504@alumni.york.ac.uk

RESUMEN

El arroz (*Oryza sativa* L.) se consume mundialmente en grandes cantidades y su demanda incrementará debido al crecimiento poblacional. En México, el consumo per cápita de arroz blanco es aproximadamente 7 kg por año. Sin embargo, la producción de arroz nacional no es suficiente para cubrir esta demanda. Por esta razón, es prioritario incrementar la superficie de producción y sembrar variedades de arroz con potencial de rendimiento y buena calidad culinaria. El objetivo del estudio fue identificar genotipos de arroz con alto potencial de rendimiento y calidad de grano. Para obtener variedades con buena característica morfológica, agronómica y culinaria, la investigación evaluó 130 genotipos de arroz compuestos por híbridos experimentales, variedades semicomerciales y comerciales. Los genotipos han sido generados en México e introducidos del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Perú, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Cali y Centro Experimental Santa Rosa, Colombia. El experimento fue establecido el 20 de julio de 2019 en el Sitio Experimental Ébano-INIFAP, en el oriente de San Luis Potosí del INIFAP. El manejo agronómico de los genotipos de arroz fue de acuerdo al paquete tecnológico generado por el INIFAP para la planicie Huasteca. Las variables fenotípicas fueron sometidas a un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La repetición experimental consistió de dos surcos de 30 centímetros de ancho y 1 metro lineal. Cuando hubo efecto significativo del análisis de varianza (P≤0.05) entre genotipos, se procedió a aplicar la prueba de comparación de medias de Tukey (P≤0.05). Como resultado principal, se identificaron líneas de arroz con rendimientos superiores a las variedades comerciales Aztecas, MF Tamaulipeco e INIFLAR R. Los genotipos nuevos con mayor rendimiento fueron Chiclayo 21, Chiclayo 88 y SR-DR 2. Otro resultado importante fue que se identificaron 22 líneas de arroz de maduración temprana

(≤100 días). La investigación identificó plantas de porte bajo, intermedias y altas. El grado de acame estuvo relacionado a la altura de planta a base espiga. La longitud de panícula y excersión fue diferente entre genotipos. Por lo tanto, la investigación concluyó que la población *Índica* de arroz varía en sus características agronómicas y morfológicas.

ABSTRACT

In recent years, researchers have shown an increased interest in generating new high-yielding-rice cultivars for different agricultural production systems, biotic and abiotic conditions. Rice (*Oryza sativa* L.) is consumed worldwide in large quantities and its demand will increase due to the growth of the human population. One of the greatest challenges of Mexico is to supply the per capita consumption of about six kg per year. The importance of expanding larger rice production area and sowing high-yielding rice cultivars with good cocking traits is disputable. Therefore, the study aimed to identify high-yielding rice cultivars with good grain quality. The research was conducted using partially characterised rice lines developed by INIFAP-Mexico, the National Institute for Agrarian Research (INIA), Peru, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), Cali and Experimental Centre Santa Rosa, Villavicencio, Colombia. To investigate the agro-morphological traits across of rice collection, the experiment was carried out at the Ébano-INIFAP Research Centre, which is located in eastern San Luis Potosí State. All agronomic practices for rice production were followed according to the rice technology package generated by INIFAP-Las Huastecas. Agro-morphological traits were subjected to a randomized complete block design with three replicates. Each replicate consisted of two rows with 1-meter length. Statistical analyses for rice cultivar traits were carried out using statistical software packages. One-way ANOVA was performed to different rice traits. To test the differences between the means of the different traits of rice genotypes, Tukey's honest significant test (Tukey HSD; $P<0.05$) was used where significant differences were detected by ANOVAs. The findings showed that there were rice cultivars with higher yields than Aztecas, MF Tamaulipeco and INIFLAR R rice cultivars. The new high-yielding rice cultivars identified were Chiclayo 21, Chiclayo 88 and SR-DR 2. Besides, the research identified 22 early-harvesting rice cultivars with an average of 100 days after sowing. Regarding plant height, this trait was grouped in short, intermediate and tall rice genotypes. Further analysis showed that plant height at basal branches positively correlated with the degree of plant lodging. Concerning length panicle and exertion, these traits differed across rice genotypes. The investigation concluded that the rice *Indica* population varied their agronomic and morphological traits.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) se consume mundialmente en grandes cantidades y su demanda incrementará debido al crecimiento poblacional. A nivel nacional, el arroz blanco es el más consumido, el consumo per cápita es ~7 kg por año. Sin embargo, las 263,000 toneladas que se producen en 13 estados de la República Mexicana, no son suficientes para abastecer la demanda nacional. Actualmente, se importan 1.1 millones de toneladas de arroz palay.

En México, existen cientos de variedades de arroz generadas e introducidas en el país. La mayoría de estas variedades pertenecen a la población Índica. Las variedades comerciales básicamente son generadas a través de cruzamientos de progenitores internacionales introducidos a través de Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego (FLAR). Los rendimientos varían entre las variedades y localidades (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento potencial de variedades de arroz en México.

Variedad	Rendimiento (ton ha^{-1})	Localidad	Referencia
Ánimas A-97	6.64	Mante, Tamaulipas	(Aguirre Álvarez *et al.*, 2013)
Aztecas	7.41		
Milagro Filipino	5.7		
Culiacán A-82	6.5		
El Silverio	5.8	Tuxtepec, Oaxaca	(García Angulo *et al.*, 2011)
Morelos A-2010	13.46	Morelos	(Salcedo Aceves and Barrios Gómez, 2012)
Morelos A-92	12.9		
Morelos A-98	14.07		
INIFLAR RT	7.0-8.0	Morelos, Tamaulipas	(Barrios Gómez *et al.*, 2016; García Angulo *et al.*, 2011)
INIFLAR R	9.0		
Pacífico FL15	9.2	Morelos	(Hernández Aragón *et al.*, 2019)
Golfo FL16	9.5		

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio y material genético

El experimento fue establecido el 20 de julio de 2019 en el Sitio Experimental Ébano-INIFAP, en el oriente de San Luis Potosí del INIFAP. Esta zona es caracterizada por tener suelos fértiles con topografía plana. La investigación consistió en evaluar 130 genotipos, los cuales han sido generados en México e importados del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Perú, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Cali y Centro Experimental Santa Rosa, Colombia. Para obtener crecimiento y desarrollo uniforme de las plantas, el

manejo agronómico fue de acuerdo al paquete tecnológico de arroz y supervisado por técnicos especializados del Sitio Experimental-INIFAP

Mediciones de rasgos agro-morfológicos

La altura de planta es un rasgo importante en la selección de genotipos de arroz. La literatura reporta que las plantas altas (>90 cm) son propensas a acamarse. Por lo que el estudio incluyó las mediciones de altura total, a base espiga y hoja bandera. Estas mediciones fueron realizadas de 90 a 120 días después de siembra (DDS). El acame de plantas ocasiona pérdidas de rendimiento en arroz. Mientras que la longitud de panícula y excersión están asociadas al llenado de grano. La medición de grado de acame fue realizada visualmente y la longitud de panícula y excersión fue realizada usando una regla a los 120 DDS. Los días a floración y cosecha son rasgos importantes para categorizar genotipos en variedades tempranas, intermedias y tardías. Estos datos fueron registrados desde 70 hasta 120 DDS. Los días a floración y cosecha fueron considerados si el 90% de plantas estuvieron floreadas o con semillas maduras.

Análisis estadístico

Las variables fueron sometidas a un diseño de completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental consistió en dos surcos de 30 centímetros de ancho y un metro lineal. Cuando hubo efecto significativo del análisis de varianza ($P \leq 0.05$) entre genotipos, se procedió a aplicar la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$). Para cuantificar la asociación entre altura y grado de acame de las líneas de arroz, los datos promedios fueron sometidos a modelos de correlación de Pearson. Los análisis estadísticos fueron conducidos mediante Statistical Analysis System (SAS 9.4) y R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características agronómicas y morfológicas de 130 genotipos de arroz fueron evaluadas en diferentes etapas del cultivo.

Altura de planta: total, base espiga y hoja bandera

La altura es un rasgo importante en la selección de variedades de arroz. Los análisis estadísticos determinaron que la altura total, altura a base espiga y a hoja bandera fueron significativamente diferente entre genotipos de arroz ($P<0.05$). Basado en la altura a base espiga, los genotipos se clasificaron en plantas de porte bajo (<80 cm), intermedias (81-90 cm) y altas (>90 cm). Las plantas más chaparras fueron identificadas en el genotipo SR-DR 8

y variedad comercial Silverio con una altura ~68 cm. Mientras que las plantas más altas fueron identificadas en los genotipos MRA 98 y Morelos A16 121 con una altura ~120 cm (Figura 1).

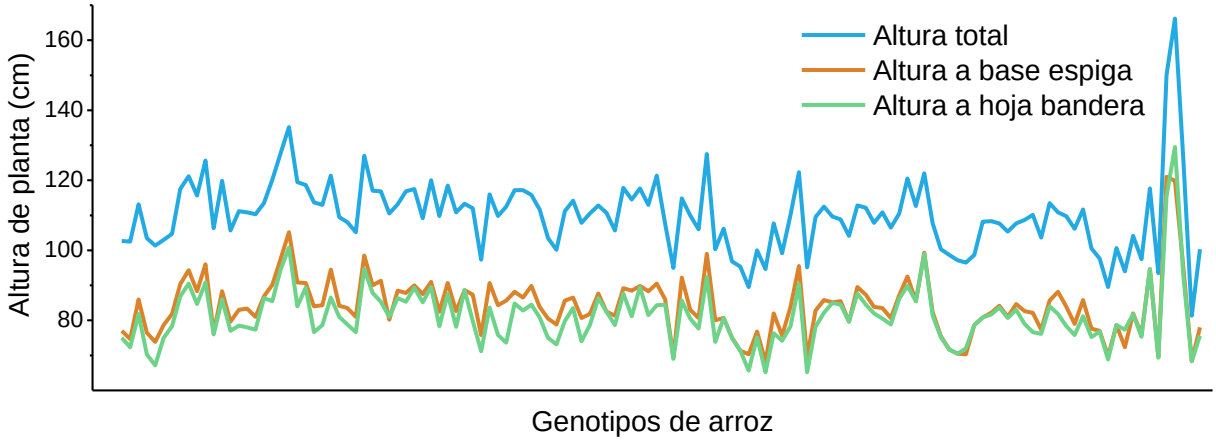


Figura 1. Altura de 130 genotipos de arroz a los 120 DDS. Las líneas ilustran el promedio de tres repeticiones.

Nivel de acame en genotipos de arroz

El acame es un rasgo no deseable porque puede reducir significativamente el rendimiento. En esta evaluación, los genotipos presentaron 88%, 9% y 2.5% de acame nulo, intermedio y alto, respectivamente. El genotipo MRA 98 fue el que presentó mayor acame. El grado de acame estuvo asociado con la altura de las plantas a hoja bandera ($r=0.40$, $P<0.01$).

Longitud de panícula y excersión de panícula

La longitud de panícula es un carácter que podría estar relacionada con el rendimiento. Los análisis estadísticos determinaron que la longitud de panícula fue significativamente diferente entre genotipos de arroz. La longitud de panícula de los genotipos fue clasificada en corta (<20 cm), intermedia (≥20 a ≤30 cm) y larga (>30 cm). Un análisis adicional cuantificó 3, 120 y 7 genotipos de panícula corta, intermedia y larga, respectivamente. La longitud de excersión de panículas es un rasgo importante en la selección de nuevas variedades de arroz. Cuando la excersión tiene una longitud corta, el llenado de grano podría estar incompleta (Figura 2).
El análisis estadístico determinó que la longitud de la excersión fue significativamente diferente entre genotipos de arroz. La longitud de la excersión de los genotipos fue clasificada en corta (<2 cm), intermedia (≥2 a ≤6 cm) y larga (>6 cm). El estudio cuantificó 25, 94 y 11 genotipos de excersión corta, intermedia y larga, respectivamente (Figura 3).

Figura 2. Tipos de excersión de genotipos de arroz. Las imágenes fueron obtenidas escaneando panículas maduras en fase de maduración.

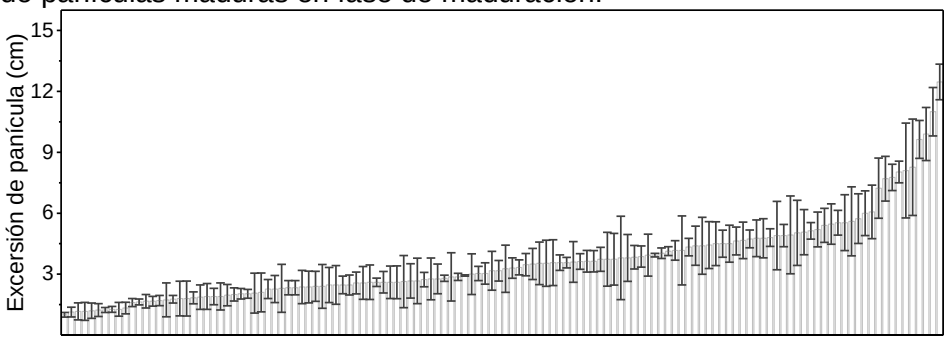


Figura 3. Longitud de excersión de genotipos de arroz. Las barras ilustran el promedio de tres repeticiones.

Días a cosecha de líneas de arroz

Los días a cosecha es un rasgo importante para la selección de genotipos de arroz. El rango de días a cosecha fue entre 90 y 120 DDS. Se cosecharon 22 líneas de arroz <100 DDS y podrían considerarse como tempranas. También se identificaron 15 genotipos que fueron cosechadas >115 DDS podrían considerarse como líneas tardías. En promedio, los genotipos de arroz fueron cosechados a los 107 DDS.

Rendimiento en genotipos de arroz

El rendimiento fue significativamente diferente entre genotipos de arroz (P≤0.05). Como resultado principal, se identificaron líneas de arroz con rendimientos superiores a las variedades comerciales Aztecas e INIFLAR R. Los genotipos con mayor rendimiento fueron Golfo FL 16, Chiclayo 21, Chiclayo 88 y SR-DR 2 con un rendimiento experimental de ~13 t ha^{-1} (Figura 4).

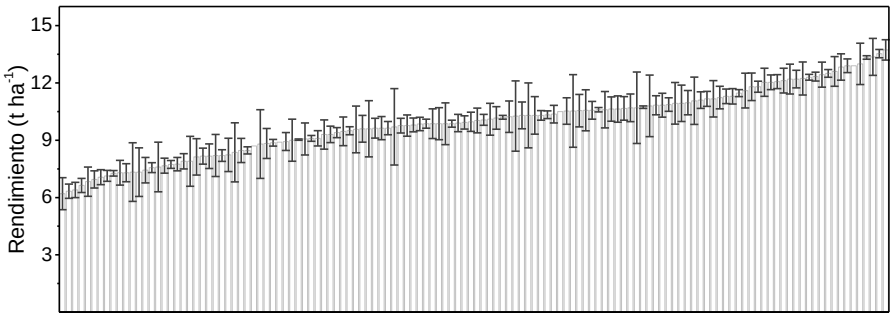


Figura 4. Rendimiento de genotipos de arroz. Las barras ilustran el promedio de tres repeticiones.

CONCLUSIONES

La investigación concluye que existen líneas de arroz con rendimientos superiores a las variedades comerciales. Los genotipos nuevos con mayor rendimiento fueron Chiclayo 21, Chiclayo 88 y SR-DR 2. Los tres genotipos de arroz identificados con alto potencial de rendimiento fueron cosechados entre los 104 y 113 días después de siembra. Se identificaron ~100 líneas de acame nulo, el cual estuvo relacionado a la altura de planta a base espiga. En futuros ensayos, los genotipos de arroz serán evaluadas por lo menos tres ciclos para obtener resultados robustos e identificar nuevas variedades con alto potencial de rendimiento y calidad culinaria para México.

REFERENCIAS

Aguirre Álvarez, E., Wong Pérez, J. d. J., Tavitas Fuentes, L. & Bautista Pérez, C. E. (2013). Aztecas, variedad de arroz de grano largo delgado para el sur de Tamaulipas.

Barrios Gómez, E. J., Hernández Aragón, L., Tavitas Fuentes, L., Ortega Arreola, R., Jiménez Chong, J. A., Tapia, L. M., Morelos, V. H., Hernández Pérez, A., Esqueda Esquivel, A. V. & Uresti Durán, D. (2016). INIFLAR RT, variedad de arroz de grano delgado para México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 7(4): 969-976.

García Angulo, J. L., Hernández Aragón, L. & Tavitas Fuentes, L. (2011). El Silverio: nueva variedad de arroz para el trópico mexicano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 2(4): 607-612.

Hernández Aragón, L., Tavitas Fuentes, L., Álvarez Hernandez, J. C., Tapia Vargas, L. M., Ortega Arreola, R., Esqueda Esquivel, V., Jiménez Chong, J. A. & López López, R. J. R. m. d. c. a. (2019). Pacífico FL 15 y Golfo FL 16, variedades multiambientales de arroz con grano extra largo para México. 10(1): 23-34.

Salcedo Aceves, J. & Barrios Gómez, E. J. (2012). Morelos A-2010, nueva variedad de arroz para siembra directa para el centro de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 3(7): 1453-1458.

AISLAMIENTO E INCIDENCIA DE HONGOS QUE AFECTAN A LOS CULTIVOS DE OLEAGINOSAS EN EL NORTE Y CENTRO DE TAMAULIPAS

ISOLATION AND INCIDENCE OF FUNGI THAT AFFECTS OIL CROPS IN THE NORTH AND CENTER OF TAMAULIPAS

María Genoveva Álvarez Ojeda[1]*, Javier González Quintero[1] y Ruth Elena Martínez Mendoza[2]

[1]INIFAP-CIRNE-Campo Experimental Río Bravo. Carretera Matamoros-Reynosa km 61, Río Bravo, Tam., C.P. 88900, México. Tel: (800) 088 2222 Extensiones 83210 y 83205; [2]UAT. Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán. *alvarez.genoveva@inifap.gob.mx

RESUMEN

En la región semiárida del norte de Tamaulipas se considera una opción importante en el ciclo agrícola otoño-invierno (O-I), el cultivo de oleaginosas como la canola, cártamo y girasol. Estos cultivos son una alternativa para diversificar la producción y mejora de los contenidos de materia orgánica del suelo. Además, es una alternativa para la producción de aceite, ya que sus frutos y semillas contienen un alto porcentaje de ácidos grasos mono y poliinsaturados. Sin embargo, como todo cultivo es susceptible a las enfermedades causadas por diversos agentes etiológicos. El objetivo de este trabajo fue aislar y conocer la incidencia de los agentes causales de las enfermedades que afectan estos cultivos en el norte y centro de Tamaulipas. Para su aislamiento e identificación se procedió al análisis microbiológico aislando el agente etiológico en Papa Dextrosa Agar (PDA) y mediante observación microscópica. De las 42 muestras recolectadas en las diferentes localidades se aislaron 61 cepas. La incidencia de hongos por cultivo fue de 24.6 % para cártamo, 45.9 % para canola y 29.5 % para girasol. Los hongos del género *Alternari*a spp, *Erysiphe* spp y *Fusarium* spp, fueron identificados como los principales agentes causales de las enfermedades (mancha del tallo; cenicilla polvorienta y marchitez vascular y antracnosis) en los cultivos de cártamo, canola y girasol, en el norte y centro de Tamaulipas. Se comprobó mediante pruebas *in vitro* el grado de susceptibilidad de las hojas de girasol a los aislados de *Alternaria, Fusarium* y *Erysiphe* spp.

ABSTRACT

In the semi-arid region of northern Tamaulipas, the cultivation of oil crops such as canola, safflower, and sunflower is considered an important option in the fall winther season (O-I) agricultural cycle. These crops are an alternative to diversify production and improve the organic matter content of the soil. In addition, it is an alternative for the production of oil, since its fruits and seeds contain a high percentage of mono and polyunsaturated fatty acids. However, like all crops, it is susceptible to diseases caused by various etiological agents. The objective of this work was to isolate and know the incidence of the causal agents of the diseases that affect these crops in the north and center of Tamaulipas. For its isolation and identification, a microbiological analysis was carried out, isolating the etiological agent in Potato Dextrose Agar (PDA) and through microscopic observation. Of the 42 samples collected in the different localities, 61 strains were isolated. The incidence of fungi per crop was 24.6 % for safflower, 45.9 % for canola and 29.5 % for sunflower. The fungi of the genus *Alternaria* spp, *Erysiphe* spp and *Fusarium* spp, were identified as the main causative agents of the diseases (stem spot; powdery mildew and vascular wilt and anthracnose) in safflower, canola and sunflower crops, in the north and downtown Tamaulipas. The degree of

susceptibility of sunflower leaves to *Alternaria*, *Fusarium* and *Erysiphe* spp isolates was verified by *in vitro* tests.

INTRODUCCIÓN

En la región semiárida del norte de Tamaulipas se considera una opción importante en el ciclo O-I, para el cultivo de oleaginosas (Díaz y Ortegón, 1997; González y Ortegón, 2006). Estos cultivos son una alternativa para diversificar la producción y mejora de los contenidos de materia orgánica del suelo. Además, son una opción para la producción de aceite, ya que sus frutos y semillas contienen un alto porcentaje de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, y particularmente en el aporte de ácidos grasos omega 6 y omega 3, asociado a la fuente de origen, ya sea especie vegetal, semilla, planta o fruto, aportando cada uno diferentes beneficios nutricionales (Durán *et al*., 2015). La producción nacional de semilla de estos cultivos fue de 579.3 miles de toneladas y los requerimientos para la producción de aceite que se consume en México, fueron 7.3 de girasol, 304.5 de soya y 7.3 de cártamo (miles de toneladas) (SIAP, 2018).

Como todo cultivo, las oleaginosas son susceptibles a la presencia de enfermedades causadas por múltiples agentes etiológicos, entre ellos virus, bacterias y hongos, destacando las enfermedades fungosas. Con base en lo anterior, el objetivo del estudio fue aislar y conocer la incidencia de los agentes causales que afectan los cultivos de oleaginosas en el norte y centro de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Biotecnología del Campo Experimental Río Bravo, CIRNE-INIFAP, ubicado en el km 61 de la carretera Matamoros-Reynosa, Río Bravo, Tamaulipas. La recolección de muestras biológicas se realizó en el ciclo agrícola O-I 2019/2020. Las muestras fueron transportadas en bolsas de papel previamente identificadas de acuerdo a los datos obtenidos en campo y con fecha del muestreo, para su posterior identificación.

Muestreo y desinfección. La recolección de las muestras fue por muestreo dirigido, en los siguientes municipios: Río Bravo, Matamoros, San Fernando y Santander Jiménez, Tamaulipas. Por un total de 42 muestras, 14 de canola, 18 de girasol y 10 de cártamo, con síntomas de enfermedades fungosas. De cada planta con lesiones de enfermedad, se tomó una muestra de aproximadamente 0.1 g de la base de tallo, hoja, semilla o raíz, con síntomas como: marchitez de las plantas, necrosis en la hoja y/o tallo, presencia de conidios, masa algodonosa blanquecina en hojas o tallos, aborto de frutos, clorosis, manchado de las hojas, oscurecimiento de tallo, desarrollo de micelio superficial de aspecto aterciopelado, blanco grisáceo en el envés de las hojas y manchas cloróticas irregulares, entre otros.

Las muestras se lavaron con agua de la llave, posteriormente fueron sumergidas en agua destilada con jabón neutro por 1 min, después se enjuagaron con agua, y se colocaron en una solución desinfectante de hipoclorito de sodio (p/v 1 %) durante 5 min, finalmente, las muestras se enjuagaron con agua destilada esterilizada dos veces, por 5 min de agitación, el excedente de agua fue removida con papel absorbente esterilizado.

Aislamiento y purificación. En campana de flujo laminar nivel 2 (Biobase) se colocaron tres explantes de hoja en caja de Petri conteniendo medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) (Difco); los cultivos se mantuvieron a temperatura ambiente (25 ± 2 °C) y se realizaron observaciones periódicas cada 24 h, durante los siguientes días, con el apoyo de un estereoscopio (Unico) para identificar el micelio o las estructuras reproductivas (cuerpos fructíferos). Una vez que germinó el primer conidio, inmediatamente fue transferido a un tubo con PDA con el medio inclinado, y se continuó con la incubación hasta el desarrollo total de la colonia (Koneman, 2001). Se realizaron tres repeticiones para cada tejido con sospecha de enfermedad.

Identificación y conservación de cepas. Cuando los cultivos alcanzaron la fase de maduración fueron identificados con la técnica de cinta adhesiva transparente, la cual consistió en cortar con tijera esterilizada aproximadamente 4 mm de la cinta adhesiva, con el lado adhesivo hacia afuera sosteniéndola con una pinza y presionando contra la superficie de la colonia del hongo. Posteriormente, la tira de cinta fue colocada en un portaobjeto al cual se añadió previamente una gota de azul lactofenol, después se colocó un cubreobjeto y fue observado en el microscopio con el objetivo de 40X (Arenas, 1993).
Conservación de cepas. Se esterilizó agua en tubos de ensayo y se depositó una asada del hongo de interés, el cual se dejó a temperatura ambiente.
Pruebas de susceptibilidad. Para evaluar que los aislados fueran los causantes de las enfermedades se indujo la esporulación en tejido foliar sano, bajo condiciones de humedad en plantas de girasol cultivado y como planta de reservorio se utilizó girasol silvestre "polocote" (*Helianthus annuus* L), con tres hongos aislados del cultivo de girasol (*Alternaria*, *Fusarium* y *Erysiphe*). El cual consistió en usar 10 hojas nuevas de girasol sin síntomas y recientes. Éstas fueron lavadas y desinfectadas previamente; después, se realizaron diluciones del cultivo hasta obtener una concentración de células de $1X1^5$ esporas/ml, y de ésta se tomaron 300 µl y se añadió a las hojas de girasol, a las cuales previamente se les realizó una herida, con ayuda de una aguja de disección, en el centro de cada uno de los tejidos. Inmediatamente fueron colocadas en cámara húmeda (90-100 % de humedad e incubada a temperatura de 25 ±2 °C y observadas todos los días. Este mismo ensayo se llevó a cabo en hojas de girasol silvestre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje e incidencia de hongos asociados al cultivo de oleaginosas

El porcentaje de muestras con presencia de hongos en el cultivo de cártamo, canola y girasol, durante el periodo de llenado de grano fue por 24.6 %, 45.9 y 29.5 %, respectivamente (n=42). De las 42 muestras recolectadas en las diferentes localidades se aislaron 61 cepas. Esto se debe a que fueron analizadas diversas partes del cultivo (hoja, tallo, fruto y raíz), de las cuales 15 correspondieron a las muestras de cártamo, donde se encontró el género *Alternaria* spp en un 14.7 %, seguido de *Erysiphe* spp 6.5 % causante de la enfermedad cenicilla polvorienta también conocido como Mildiu que afecta diversos tipos de cultivos (Maldonado *et al.,* 2016), este hongo tiene la capacidad de sobrevivir en forma de micelio en hospederos alternos y malezas. Las conidias (esporas asexuales) son transportadas a larga distancia por el viento y la lluvia. Dentro del mismo cultivo, las conidias son diseminadas por insectos (trips, áfidos y moscas blancas). La enfermedad es favorecida por humedades relativas y densidades de siembra altas, al igual que el exceso de fertilización nitrogenada (Velásquez *et al*., 2003), y en menor proporción se detectó el género *Fusarium* spp en un 3.3 % (Figura 1). Este hongo puede infectar las raíces de diversos cultivos susceptibles o malezas y sobrevivir por periodos más largos, aun cuando no se disponga de cultivos en esas parcelas (Agrios, 2007).

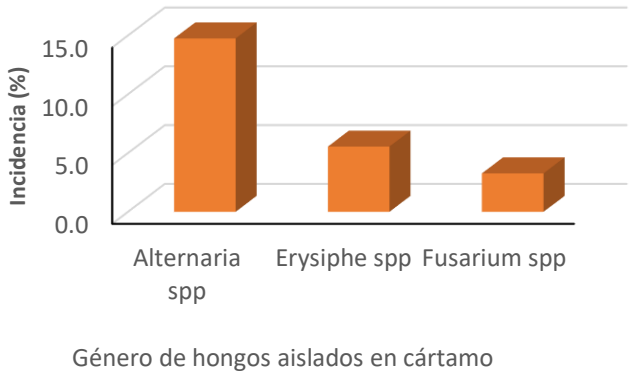


Figura 1. Porcentaje de incidencia de los géneros aislados en el cultivo de cártamo.

Con respecto al cultivo de canola el porcentaje de incidencia del género *Alternaria* spp fue de 19.6 %, seguido de *Erysiphe* spp con una incidencia del 6.5 %, también se aisló *Fusarium* spp en un 4.9 %, y *Colletotrichum* spp en un 3.2 % causante de antracnosis, en diferentes cultivos de oleaginosas (Prioletta, 2014), además, se aislaron hongos saprofíticos, dentro de los cuales destacan; *Cladosporium* spp 4.9 %*, así como Curvularia*, *Dreshlera*, *Epicoccum* spp y *Helminthosporium spp* con porcentajes del 1.6 % cada uno, como se puede observar en la Figura 2.

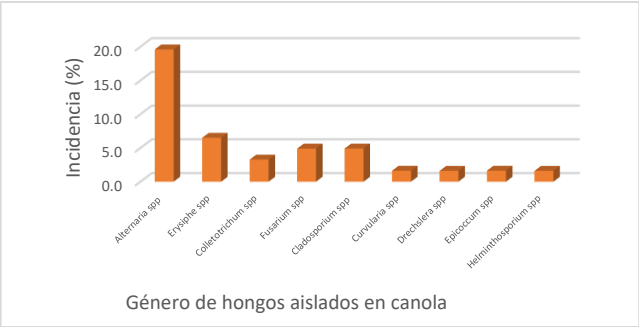


Figura 2. Porcentaje de incidencia de los géneros aislados en el cultivo de canola.

Al analizar los datos de girasol, se constató la presencia del género *Alternaria* en un 11.5 % y *Erysiphe* spp en 3.3 % (Figura. 3). En menor incidencia se encontraron *Macrophomina* y *Fusarium* con 1.6 %, así como diferentes hongos no patogénicos de los géneros: *Helminthosporium* y *A*. *flavus en un 3.3 %,* y *Cladosporium*, *Curvularia*, y *Nigrospora en un 1.6 %.*

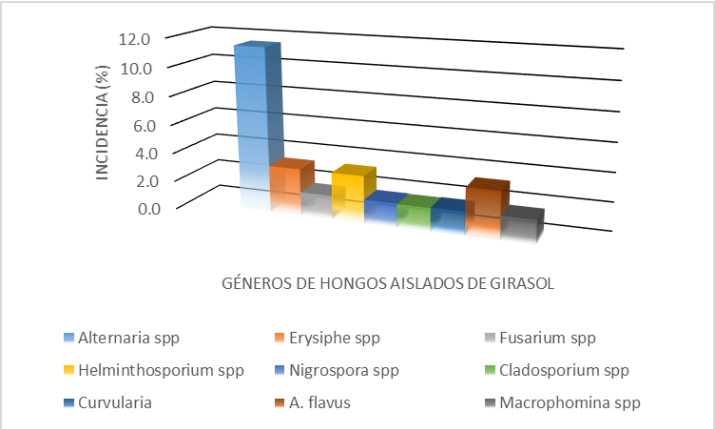


Figura 3. Porcentaje de incidencia de los géneros aislados en el cultivo de girasol.

Se ha observado que las pérdidas en la producción por mancha del tallo ocasionada por *Alternaria,* pueden tener una alta incidencia cuando se presenta exceso de humedad en el suelo, durante el periodo de floración, en esos casos puede afectar más del 50 % de la población, así como causar pudrición completa del tallo. El rendimiento de grano y el contenido de aceite se reducen cuando la mancha del tallo se presenta en cualquier etapa del desarrollo de la semilla, aunque los efectos son menos pronunciados en la aparición tardía de la enfermedad (Díaz y Ortegón, 1997). También, en este trabajo se pudo constatar la existencia de diferentes especies de *Alternaria* en las cepas aisladas de las oleaginosas en estudio, debido a que al observarlas al microscopio se vieron diferentes tipos de conidios catenulados (en cadena), los cuales son cilíndricos en forma de huso y se encontraron en forma longitudinal y transversal, tal como lo reportado por Simmons en 2004, Figura 4.

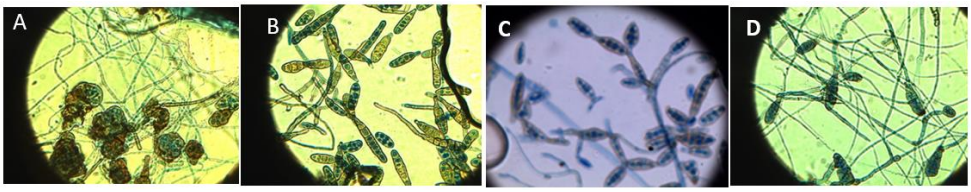


Figura 4. Imagen (A) *Alternaria* aislado de raíz del cultivo de cártamo; (B) *Alternaria* aislada de hoja, cultivo de girasol; (C) *Alternaria* aislada de tallo, cultivo de cártamo, y (D), *Alternaria*, aislado de semilla del cultivo de canola.

Pruebas de susceptibilidad.

En cuanto a la prueba de susceptibilidad ocasionada por *Alternaria*, *Fusarium* y *Erysiphe* en hojas de girasol, se comprobó tanto en hojas de girasol cultivado como en girasol silvestre (polocote). Sin embargo, el grado de afectación fue menor en éste último (Figura 5), a pesar de haber aislado el hongo inoculado *in vitro* en las 10 pruebas realizadas. También, se aislaron otros hongos no patogénicos en cuatro de las cámaras con humedad, lo que hace suponer que hubo una contaminación en el proceso de inoculación. Este trabajo da la pauta para realizar el experimento en semillas o plántulas de estos cultivos.

Figura 5. Imagen A) control inoculado con agua esterilizada; B) aislado de *Alternaria* C) aislado de *Erysiphe* D) aislado de *Fusarium*. Las imágenes son de siete días de inoculación, en las cuales se puede apreciar que la hoja de polocote fue afectada en menor proporción en las pruebas realizadas.

CONCLUSIONES

Los hongos del género *Alternari*a spp, *Erysiphe* spp y *Fusarium* spp, fueron identificados como los principales agentes causales de las enfermedades (mancha del tallo; cenicilla polvorienta y marchitez vascular y antracnosis en los cultivos de cártamo, canola y girasol en el norte y centro de Tamaulipas.

La incidencia de los hongos del género *Alternaria* spp, *Erysiphe* spp y *Fusarium* spp en cártamo fue de 14.7, 6.5 y 3.3 %, respectivamente.

La incidencia de los hongos del género *Alternaria* spp, *Erysiphe* spp, *Fusarium* spp y *Colletotrichum* spp en canola fue de 19.6, 6.5, 4.9 y 3.3 %, respectivamente.

La incidencia de los hongos del género *Alternaria* spp, *Erysiphe* spp, *Fusarium* spp y *Macrophomina* spp en cultivo de girasol fue de 11.5 %, 3.3 y 1.6 %, respectivamente

Se comprobó mediante pruebas *in vitro* el grado de susceptibilidad de las hojas de girasol a los aislados de *Alternaria, Fusarium* y *Erysiphe* spp.

REFERENCIAS

Arenas, R. 1993. Micología Médica Ilustrada Clínica, laboratorio y terapéutica. Primera Edición, McGraw Hill, México D. F. 397 pp.

Agrios, C. N. 2007. Fitopatología Editorial Limusa 2ª Edición, México.838 pp.

Díaz, F. A., and Ortegón, M. A. 1997. Influence of sunflower stem canker on seed quality and yield during seed development. Helia 20: 57-62.

Durán, A. S.; Torres, G. J y Sanhueza, C. J. 2015. Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. Nutrición Hospitalaria, vol. 32, (1) 11-19.

González, Q. J. y Ortegón, M.S. A. 2006. Oleaginosas. In: Rodríguez del Bosque, L. (ed.). Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación en el Norte de Tamaulipas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional

Noreste, Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo. Tamaulipas, México. Libro técnico No. 1, 109–132 pp.

Koneman, E. 2001. Diagnóstico Microbiológico. Texto y Atlas color. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina; Bogotá 1432 pp.

Maldonado, M. I.E; Beltrán, P. H; Apodaca, S. M. A; Espinosa, M. S; Martínez, V. M. C; Longoria, E. R.M. y Olivas, P.N. G. 2016. Las cenicillas en cultivos agrícolas de Sinaloa: Situación actual sobre su identificación y líneas futuras de investigación. Rev. Mexicana de Fitopatología. Vol. 35 (1) 106-129.

SIAP 2020. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola en México. https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/. Consultado el 11 de agosto de 2020.

Simmons, E. G. 2004. *Alternaria*, themes and variations. J. Mycotoxon 50: 409-427.

Schultz, D; French-Monar, R. 2011. Mildiú polvoriento de las cucurbitáceas (en línea). Amarillo, Texas, EUA. AgriLife Extension Texas AyM System. In partial fulfillment of TDA Specialty Crop Block Grant Program. Consultado 3 de julio 2020. Disponible en http://agrilife.org/amarillo/files/2010/11/Mildi%C3%BA-polvoriento-deRF.pdf

Prioleta Stella. 2014. Enfermedades de las semillas en soja. Agrobarrow 55: 6-7. htps://inta.ar/sites/default/file/script-tmp-inta barrow-enfermedades en semillas de soja.pdf. consultado en línea, agosto 2020.

Velásquez, V. R; Reveles, T. L y Reveles, H. M. 2003. Manejo de las principales enfermedades del chile para el secado en el Norte Centro de México. Folleto Técnico No. 50 INIFAP.

AISLAMIENTO Y DETECCIÓN MOLECULAR DE PATÓGENOS ASOCIADOS A LOS CULTIVOS DE GIRASOL (*Helianthus annuus* L.) Y CANOLA (*Brassica napus* L.) EN TAMAULIPAS

ISOLATION AND MOLECULAR DETECTION OF ASSOCIATED WITH CROPS OF SUNFLOWER (*Helianthus annuus* L.) AND CANOLA (*Brassica napus* L.) IN TAMAULIPAS

María Genoveva Álvarez Ojeda[1]*, Isidro Humberto Almeyda León[2], Javier González Quintero[1], Ruth Elena Martínez Mendoza[3].

[1]INIFAP-CIRNE-Campo Experimental Río Bravo. Carretera Matamoros-Reynosa km 61, Río Bravo, Tam., C.P. 88900, México. Tel: (800) 088 2222, extensiones 83210 y 83205 [2]INIFAP-CIRNE-Campo Experimental General Terán. [3]UAT. Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán. *alvarez.genoveva@inifap.gob.mx

RESUMEN

En el 2019, en México, se cosecharon alrededor de 430.4 miles de toneladas de granos oleaginosos (soya, canola, cártamo, cacahuate, girasol y ajonjolí), con un valor de la producción de 4.14 mil millones de pesos. Entre los principales problemas que limitan la producción de las oleaginosas se encuentran las enfermedades causadas por virus, hongos y bacterias. El objetivo de este trabajo fue aislar y detectar molecularmente la presencia de patógenos asociados a los cultivos de girasol y canola en Tamaulipas. Mediante pruebas bioquímicas preliminares se pudo reproducir *in vitro* la enfermedad del tizón bacteriano de la hoja del girasol y se confirmó su patogenicidad. Con el uso de la técnica de PCR se detectó la presencia de la bacteria *Peudomonas syringae* pv. *syringae* asociada a la enfermedad del tizón bacteriano en el cultivo de girasol. También se confirmó la presencia del fitoplasma asociado a la sintomatología del amarillamiento del áster (Aster yellows) en el cultivo de canola. Estos resultados pueden ser de gran ayuda en el manejo agronómico de las oleaginosas, ya que un diagnóstico oportuno permite realizar un manejo adecuado de las enfermedades que afectan a estos cultivos, evitando de esta manera la reducción del rendimiento y calidad de la cosecha.

ABSTRACT

In 2019, in Mexico, around 430.4 thousand tons of oleaginous grains (soybeans, canola, safflower, peanuts, sunflower and sesame) were harvested, with a production value of 4.14 billion pesos. Among the main problems that limit the production of oilseeds are diseases caused by viruses, fungi and bacteria. The objective of this work was to isolate and molecularly detect the presence of pathogens associated with sunflower and canola crops in Tamaulipas. Through preliminary biochemical tests, bacterial leaf spot, disease in sunflower leaves could be reproduce *in vitro* and its pathogenicity was confirmed. With the use of the PCR technique, the presence of the bacteria *Peudomonas syringae* pv. *syringae* was detected, associated with bacterial blight disease in sunflower. The presence of the phytoplasma associated with the symptoms of aster yellows in canola was also confirm. These results can be of great help in the agronomic management of oilseeds, since a timely diagnosis allows proper management of the diseases that affect these crops, thus avoiding reduced yield and quality of the harvest.

INTRODUCCIÓN

En el norte de Tamaulipas, debido a problemas, de mercado y baja rentabilidad, generados principalmente por la explotación del monocultivo del sorgo, en las últimas décadas, parte importante de las actividades de investigación agrícola se ha buscado como alternativa la siembra de cultivos de oleaginosas (González y Ortegón, 2006).

En el 2019, en México, se cosecharon alrededor de 430.4 miles de toneladas de granos oleaginosos (soya, canola, cártamo, cacahuate, girasol y ajonjolí), con un valor de la producción de 4.14 mil millones de pesos. Los estados de Tamaulipas y Nuevo León, cuentan con condiciones de suelo y clima favorables para el desarrollo y producción de oleaginosas, como son: soya, canola, girasol, ajonjoli y cártamo, principalmente en áreas con precipitación entre los 200 y 300 mm durante la etapa de desarrollo del cultivo (González y Ortegón, 2006; Guzmán, 1987).

Entre de los principales problemas que limitan la producción de oleaginosas se encuentran las enfermedades causadas por virus, hongos y bacterias. Los problemas fitosanitarios provocados por estos agentes biológicos, y sus graves efectos secundarios ocasionan severas pérdidas económicas Ansaldi, T y Theule C, 2018. Hacer la identificación correcta del patógeno, y luego verificarla en el laboratorio, tiene gran relevancia ya que permite poner en práctica medidas que eviten el avance de una enfermedad y, por consiguiente, se reduce el impacto económico al evitar pérdidas de rendimiento y calidad de la cosecha. Debido a esto el objetivo de este trabajo fue aislar y detectar molecularmente la presencia de patógenos asociados a los cultivos de girasol y canola en Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Biotecnología del Campo Experimental Río Bravo, ubicado en el km 61 de la carretera Matamoros-Reynosa, Rio Bravo, Tamaulipas.

La recolección de datos y muestras biológicas se realizó en parcelas del cultivo de canola (variedades: Canorte2010, Centenario, Aztecan, Ortegon e IMC 205) Y GIRASOL (HÍBRIDOS: Cobalt II, N4HM-354 y Hornet durante el ciclo O-I 2019/2020. Las muestras fueron transportadas en bolsas de papel previamente identificadas de acuerdo a los datos obtenidos en campo y con fecha del muestreo para su posterior identificación. El estudio se realizó por muestreo dirigido, en el Campo Experimental Río Bravo (CERIB) y en el municipio de Santander Jiménez, Tamaulipas.

Los criterios para la selección de las muestras se basaron en la detección de síntomas que presentaban los cultivos como: clorosis y/o moteado de la hoja, retraso generalizado de crecimiento, deformación de la hoja, hojas pequeñas, malformaciones de los frutos, manchas sobre hojas, tallo y frutos. Además, puntos negros en las hojas que no sobrepasaban los dos mm, rodeadas por un halo amarillo bien marcado.

Muestreo y desinfección. Se colectaron 15 muestras de girasol (tallo y hojas) con sospecha de bacterias fitopatógenas, Además, se colectaron dos muestras de canola con síntomas de infección por fitoplasma en el ciclo O-I 2019/2020. De cada planta de girasol con signos de enfermedad se tomó una muestra de aproximadamente 0.1 g de la base de tallo o de hoja con alguna mancha necrótica. Las muestras se lavaron con agua de la llave, posteriormente fueron sumergidas en agua destilada con jabón neutro por 1 min, después se enjuagaron con agua destilada y se colocaron en una solución desinfectante de hipoclorito de sodio a 2 ppm, durante 10 min, finalmente, las muestras se enjuagaron con agua destilada esterilizada dos

veces, con 5 min de agitación, el excedente de agua fue removida con papel absorbente esterilizado. El mismo procedimiento de lavado se realizó para las muestras de canola.

Aislamiento de bacterias fitopatógenas. Todas las muestras de tejido vegetal fueron cultivadas por triplicado en cajas petri que contenían Agar Soya Tripticasa (AST). Las muestras, fueron incubadas a 35 ± 2 °C y revisadas a las 24, 48 y 72 h. Las bacterias crecidas en este medio fueron reaisladas en medio de extracto de levadura dextrosa-carbonato de calcio (YDC) e incubadas a 28 ± 2°C hasta la formación de crecimiento bacteriano evidente. Se seleccionaron dos colonias por cada caja de acuerdo al tipo colonias desarrolladas y se estriaron en medio de cultivo nuevo, para realizar las pruebas bioquímicas (PB) de tinción de Gram, observación microscópica, catalasa, oxidasa, ureasa, licuefacción de la gelatina, prueba de movilidad, citrato y fermentación de azúcares. Una vez realizadas las PB se procedió a cultivar en caldo YDC las bacterias que dieron positivas en dos tubos de ensayo, los cuales fueron incubados a 28 ± 2°C por 72 h, a partir de uno de los tubos se realizaron pruebas de patogenicidad en hojas de girasol sanas, realizando diluciones del cultivo hasta obtener una concentración de células $1X10^8$ UFC/mL, y el otro tubo de cultivo fue centrifugado para concentrar las células bacterianas para su posterior extracción de ADN.

Extracción de ADN. Para el caso de las muestras de canola con sintomatología típica de infección por fitoplasma, también conocido como amarillamiento del áster (Aster yellows) la hoja se hizo la desinfección del material biológico y se procedió a realizar la extracción de ADN genómico. El método de extracción utilizado fue el del CETAB (Doyle y Doyle, 1990), y modificado por Almeyda *et al*. (2001). Para la extracción de ADN de la bacteria se usó el método CETAB descrito por el método de Wilson, *et al*., 1993.

Reacción en cadena de la Polimerasa, por sus siglas en inglés (PCR). Para detectar la presencia de la bacteria *Pseudomonas* spp en muestras de girasol mediante la técnica de PCR, se usaron tres pares de iniciadores Ps1F yPs2R, 5´-GGTCTGAGAGGATGATCAGT-3; 5´- TTAGCTCCACCTCGCGG-3, los cuales están diseñados para amplificar un fragmento de aproximadamente 700 pb de una región conservada del gen 16S ribosomal y son específicos para identificar especies del género *Pseudomonas* (Stephent *et al*., 1997). Para confirmar si se trataba de la especie *P*. *syringae* pv. *syringae* se utilizaron los iniciadores B1 5´-CTTTCCGTGGTCTTGATGAGG-3, y B2 5´-TCGATTTTGCCGTGATGAGTC-3 (Stephent *et al*., 1997) los cuales, amplifican un fragmento de aproximadamente 752 pb. El otro par de oligonucléotidos usados en este trabajo para confirmar la especie de bacteria presente fueron A1F 5´-GAGTTTGATCATGGCTCAG-3 y B6R 5´- TTGCGGGACTTAACCCAACAT-3, los cuales, amplifican un fragmento de aproximadamente 1200 pb. Las reacciones de PCR se llevaron a cabo en un volumen final de 25 µl, que contenía 25 ng de ADN, IX de amortiguador (10X: 200mM Tris-HCl, 500 mM KCl, pH 8.4) (Bioline), 0.20mM de cada dNTP (Bioline), 1.5 mM de $MgCl_2$, 1µM de cada oligonucleótido y 1 U de Taq polimerasa (Bioline). Las amplificaciones se realizaron en un termociclador BioRad, y las condiciones de corrida para *Pseudomonas syringae*, consistió de un ciclo a 95 °C por 3 min, seguido de 34 ciclos de 94 °C por 1 min, 52 °C por 30 seg y 72 °C por un min, con una extensión final de 72 °C por 10 min.

Para la detección de fitoplasma en muestras de canola con síntomas de infección por este patógeno, se utilizó la técnica de PCR anidada, utilizando en un primer ciclo de amplificación los iniciadores P1 y P7 y en el segundo ciclo de amplificación o PCR anidada, se utilizaron los iniciadores R16MF2/R16MR1. Las reacciones de PCR y las condiciones de corrida en el termociclador se realizaron de acuerdo al protocolo reportado por Gundersen y Lee (1996).

En ambos casos, los productos de las PCR fueron fraccionados en geles de agarosa al 1.5 % (p/v) con GelRed® y se sometieron a una fuente de corriente por 75 min a 100 volts. El análisis de los geles se realizó en un transiluminador de luz ultravioleta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se aislaron 20 bacterias a partir de las 15 muestras de girasol en el CERIB. De acuerdo a las pruebas bioquímicas preliminares como la tinción de Gram, catalasa, oxidasa, movilidad, citrato, urea, indol y fermentación de azúcares, solo una bacteria de las 20 aisladas presentó las características fenotípicas y bioquímicas relacionadas con la enfermedad mancha angular o tizón bacteriano ocasionada por la bacteria perteneciente al género *Pseudomonas.* Además, este aislamiento mostró un pigmento verde en el medio de cultivo (Figura 1); este pigmento, es una característica fenotípica de este género y también se corroboró su patogenicidad mediante los postulados de Koch.

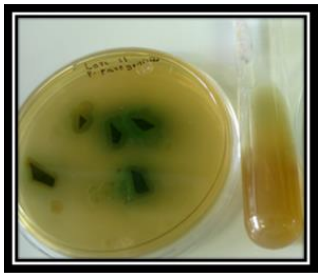


Figura 1. Cultivo de *Pseudomona syringae* pv *syringae*, confirmando los postulados de Koch.

Detección molecular de *Pseudomonas* spp. Con los iniciadores Ps1F/Ps2R, que amplifican un fragmento aproximadamente 700 pb, de una región conservada del gen 16S ribosomal (Figura 2), se pudo establecer que la bacteria asociada a los síntomas observados en el girasol pertenece al género *Pseudomonas.* Con los pares de iniciadores Bi/B2 (Stephent *et al*., 1997), y A1F/B6R (Manceau and Horvais, 1997), los cuales, amplifican un fragmento de aproximadamente 752 pb y 1200 pb respectivamente (Figura 2), se confirmó que la cepa de la bacteria aislada a partir de plantas de girasol con síntomas de la enfermedad tizón bacteriano pertenece a la especie *P*. *syringae*, pv. *syringae*. Katsunori *et al*., 2002, demostraron que los genes *Syr*B son de importancia debido a que estas cepas contienen metabolitos fitotóxicos y son inhibidores del crecimiento de un amplio espectro de hongos.

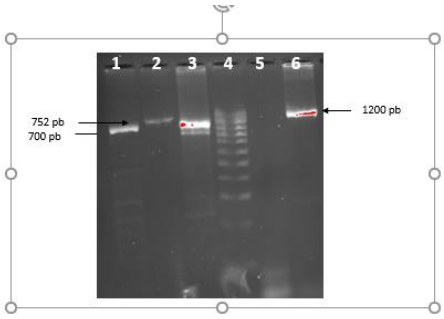


Figura 2. Fragmentos amplificados por PCR a partir de muestras de ADN de la bacteria aislada de girasol y utilizando diferentes pares de iniciadores. Carril 1: Fragmento de *Pseudomonas* spp amplificado con los iniciadores PsF/PsR; Carril 2 y 3: Fragmento de *P. syringae* pv. *syringae*, amplificado con los iniciadores B1F y B2R; Carril 4: Marcador de peso molecular (Bioline); Carril 5: Testigo negativo; Carril 6: Fragmento de *P syringae* amplificado con los iniciadores A1F y B6R.

Detección molecular del fitoplasma. En dos muestras de ADN extraído de plantas de canola se amplificó un fragmento de aproximadamente 1450 pb (Figura 3), lo cual, confirma la presencia de un fitoplasma, el cual, está asociado a los síntomas del Aster Yellows en canola Estos resultados concuerdan con lo reportado por Olivier *et al*. (2006) así como Olivier y Galka (2008), quienes en estudios realizados en semillas de canola detectaron por medio de la técnica de PCR la presencia de un fitoplasma, así como la incidencia de la enfermedad ocasionada por este patógeno a la cual denominaron Aster Yellows (AY). Los resultados obtenidos en este trabajo, permite inferir que es necesario tener un diagnóstico eficiente de esta enfermedad en los cultivos de oleaginosas, ya que los agentes causales son transmitidos por insectos vectores que pertenecen al orden Hemiptera, y más específicamente a los subórdenes *Auchenorrhyncha* y *Stenorrhyncha* (Weintraub y Wilson, 2010), y por tanto, el manejo del patógeno para evitar pérdidas en rendimiento y calidad de cosecha se tendrá que realizar mediante el control de vectores.

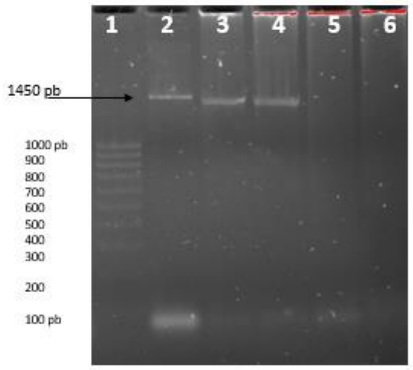


Figura 3. Fragmentos amplificados a partir del ADN extraido de canola, utilizando la técnica de PCR anidada. Carril 1: Marcador de Peso Molecular (Bioline); Carril 2: Control positivo *Catharanthus roseus*; Carril 3: Muestra de canola colectada en el ciclo O-I 2019; Carril 4: Muestra de canola colectada en ciclo P-V 2020; Carril 5: Muestra de canola planta sana; Carril 6: Control negativo.

CONCLUSIONES

Se aisló *in vitro* y se detectó mediante PCR a la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, asociada a los síntomas del tizón bacteriano en el cultivo del girasol en Tamaulipas.

Se detectó mediante PCR al fitoplasma asociado a la sintomatología del Aster yellows en el cultivo de canola en Tamaulipas.

REFERENCIAS

Almeyda, L. I, H., M. A. Rocha P., J. Piña R and J. P Martínez S. 2001. The use of polymerase chain reaction molecular hibridization for detection of phytoplasmas in different plant species in Mexico. Revista Mexicana de Fitopatología. 19 (19: 1-9.

Ansaldi, Teresa y Theulec Cecilia. 2018. Investigación pérdida de alimentos en la cadena cereales y oleaginosas.http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/documentos/Documento-Final-pree.pdf. consulta en línea en agosto de 2020.

Doyle, J.J, and Doyle, J 1990. Isolation of Plant DNA from fresh tissue. Focus 12: 13-15.

González Q. J. y Ortegón M. A. S. 2006. Método y densidades de siembra de la canola para el norte de Tamaulipas. Boletín informativo. C. E. Río Bravo, INIFAP.

González Q. J. y Ortegón M. A. S. 2006. Oleaginosas. pp 109-132. En. L. A. Rodríguez del Bosque (Ed). Campo Experimental Río Bravo: 50 años de investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas. Historia, logros y retos. Libro técnico No. 1. INIFAP. Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo Tamaulipas, México.

Gundersen, D. E., and Lee, I. 1996. Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assays using two universal primer pairs. Phytopathologia Mediterranea 35:144-151.

Guzmán, M. E. E. 1987. Contenido de aceite en genotipos introducidos de girasol. Periódico informativo de la comunidad Universitaria Antonio Narro. No. 141 Buenavista, Coah. México.

Katsunori, T. K., Teraoka T. and Yamaguchi I. 2002. Toxicity of Syringomycins and Its Pathological Significance. In: Upadhyay R. K. (eds) Advances in Microbial Toxin Research and its Biotechnological Exploitation. Springer, Boston, MA.

Manceau, Ch. and Horvais A. 1997. Assessment of Genetic Diversity among Strains of *Pseudomonas syringae* by PCR-Restriction Fragment Length Polymorphism Analysis of rRNA Operons with Special Emphasison *P. syringae* pv. Tomato. J. Applied and Environmental Microbiology. Vol 63:2, 498-505.

Olivier C and Galka. B. 2008. Consequences of Phytoplasma infection on Canola Crop Production in the Canadian Prairies C. Agriculture and Food Canada; Saskatoon, SK Project Code: CARP-SCDC 02-04-01 Final Report.

Olivier, C. and Séguin-Swartz, H. and Barasubiye. 2006. First report of Candidatus asteris phytoplasma subgroups AY 16SrI–A (strains WB and CHRY 16S) and 16SrI–B in Brassica rapa in Saskatchewan, Canada. Plant Disease, 90(6): 832.

SIAP 2020. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola en México. https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/. Consultado el 10 de agosto de 2020.

Stephent. F. A; Thomas L. M, Alejandro A. S.; Junghui Z., Zheng, Webb, Z. M, and David J. L. 1997. Gapped Blast and PSI Blast: a new generation of protein database search programs, Nucleic Acid. Res. 25:3389-3402.

Wilson S. M., Mc Nermey R, Nye P. M. Godfrey-Faussett P. D., Stoker N. G. and Voller A. 1993. Progress toward a simplifield polymerase chain reactión and its applicatin to diagnosis of tuberculosis. J. of Clinical Microbiology. 31: 776-782.

Weintrau, P. G and Wilson, M. R. 2010. Control of phytoplasma diseases and vector In: Phytoplasmas: Genomes, Plant Hosts and Vectors. (eds. P.G. Weintraub and P. Jones) CAB International 2010. Pp. 233-249. http://www.ag.udel.edu/delpha/6722.pdf (Accessed on line july, 2020).

ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO EN TRES LOCALIDADES DE COAHUILA MEDIANTE UN ÍNDICE

ANALYSIS OF WIND SPEED IN THREE LOCATIONS OF COAHUILA BY MEANS OF INDEX

Juan M. Covarrubias Ramírez[1]*, Mario P. Narváez Mendoza[2], Diana Uresti Duran[1], Juan G. Martínez Rodriguez[1] y Víctor M. Parga Torres[1]

[1]Campo Experimental Saltillo, Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria (INIFAP), [2]Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remoto. INIFAP.
***covarrubias.juan@inifap.gob.mx**

RESUMEN

El viento tiene efectos benéficos en los cultivos y efectos dañinos también. Con tres estaciones agroclimáticas en Coahuila, CELALA, SEZAR y Roncesvalles, en zonas semiárida, subtropical y templada, respectivamente, se determinó el índice mediante estadística con el promedio y la desviación estándar, como valor observado menos promedio entre la desviación. La mayor velocidad del viento fue en SEZAR, y la menor en Roncesvalles, la mayor variación del viento fue CELALA de -2.0 a 2.8, lo que indica que una región con poca vegetación y humedad es la más susceptible a los efectos del viento.

ABSTRAC

The wind has beneficial effects on crops and deleterious effects too. With three agroclimatic stations in Coahuila, CELALA, SEZAR and Roncesvalles, in semi-arid, subtropical and temperate zones, respectively, the index was determined by means of statistics with the average and the standard deviation, as the observed value minus average among the deviation. The highest wind speed was in SEZAR, and the lowest in Roncesvalles, the highest wind variation was CELALA from -2.0 to 2.8, which indicates that a region with little vegetation and humidity is the most susceptible to the effects of the wind.

INTRODUCCIÓN

La baja velocidad del viento (de 2 a 15 km hr^{-1}), permite la renovación del aire que rodea las plantas y la absorción de bióxido de carbono necesario para la fotosíntesis y producción de biomasa y la liberación del oxígeno a la atmosfera, además de la polinización (Allen *et al.,* 2005). Por su parte, el viento a mayor velocidad (mayor de 25 km hr^{-1}), favorece la diseminación de semillas de la vegetación de una región a otra para su adaptación y al mayor evento de los vientos es transportar la nubosidad de los océanos y mares hacia los continentes o tierra firme, para producir precipitaciones como las lluvias orográficas (Torres, 1079) .

Velocidades de viento menores a 5 km hr^{-1}, son relacionadas con frentes fríos de aire con mayor densidad y por lo tanto más pesados de lo normal y que dependiendo de la intensidad del frio se pueden presentar heladas, nevadas por el alto contenido de humedad y roció, que dañan los cultivos y provocan la incidencia de enfermedades. A mayor velocidad de 10 a 25 km hr^{-1}, se afecta la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas y su relación con la humedad en condiciones semiáridas incrementa los valores de estas causando un estrés hídrico a los cultivos, el acame de los cereales y el transporte de semillas de malezas (Allen *et al*., 2010).

La incidencia de tornados de 65 a 180 km hr^{-1}, tormentas tropicales hasta 117 km hr^{-1}, huracanes con más de 119 km hr^{-1}, dado su magnitud ocasionan desastres desprendiendo

frutas pequeñas, llevando el polen a otros lugares, y dañando la floración, con mayor intensidad arrancan árboles y plantas (NOAA, 2020).

El mayor efecto del viento en las zonas semiáridas es la erosión del suelo y su efecto es mayor cuando actúa con el agua en lluvias con vientos fuertes, provocando la desertificación y la aridez, la suspensión de partículas finas que ocurre a una velocidad de 18 km hr^{-1}, la saltación de partículas gruesas se presenta a una velocidad de 38 km hr^{-1} y el arrastre de partículas gruesas a menor velocidad (Lyles, 1998).

El INIFAP cuenta con estaciones agroclimáticas automáticas que miden la velocidad del viento, ya que se utilizan para medir la evapotranspiración potencial y la de referencia, pero con el deterioro ambiental, el cambio en la velocidad de los vientos afectaría la producción agrícola (Villalpando, 1984). El objetivo del estudio es mostrar el análisis de la velocidad del viento mediante índices con la información agroclimática generada por las estaciones de INIFAP en Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estado de Coahuila, cuenta con un grupo de estaciones agroclimáticas automáticas y telemétricas ubicadas de acuerdo a las necesidades prioritarias del estado, de estas se seleccionaron tres (Cuadro 1). Se analizó la variable de velocidad del viento en las tres. Se seleccionaron porque una serie mínima para análisis debe ser de 10 años y las estaciones que iniciaron operaciones en 2005, para la fecha de 2018 ya se tienen los 14 años para el estudio.

Cuadro 1. Estaciones Agroclimáticas Automáticas para el estudio en el estado de Coahuila.

	ESTACIÓN	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTITUD (msnm)	Inicio
1	**CELALA**, Matamoros.	25º 31´57´´	103º 14´36.6´´	1096	30 de octubre de 2005
3	**SEZAR**, Zaragoza.	28º 35´56´´	100º 54´41´´	343	15 de agosto de 2005
25	Rancho **Roncesvalles,** Arteaga.	25º 23´44.1´´	100º 36´21.3´´	2421	19 de junio de 2005

De la información mensual se obtiene la velocidad de viento máxima mensual y se concentra por año y por la serie de años de información. El índice (I) se calcula de la siguiente manera, se analiza velocidad del viento máxima con la media anual (*Vp*) y la desviación estándar (*s*) de la serie climática mensual de los años de estudio y el índice con el valor mensual observado (*Vi*) menos el promedio entre la desviación estándar en forma anual (Narváez y Covarrubias, 2019) .

$$I = \frac{(Vi - Vp)}{s}$$

El índice es una herramienta estadística muy utilizada en la estandarización de una variable y en este caso el viento, que es lo que se gráfica (Steel and Torrie, 1980), y el más conocido es el de Palmer (1965). La clasificación de erosión por viento se utilizará el descrito por Bolaños y colaboradores (2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La velocidad del viento máxima no es similar entre localidades, si consideramos que la localidad CELALA, Matamoros y Rancho Roncesvalles, Arteaga, tienen los mismos grados de latitud (25° Latitud Norte) y sólo 8 minutos de diferencia, las variaciones de viento en el mes

de junio es 49.8 km hr^{-1} respecto a 34.9 km hr^{-1}, también hay que hacer notar que Roncesvalles es clima templado y CELALA es clima semiárido, y esto es resultado del análisis; en este año se presentaron tolvaneras que provocaron erosión eólica el 24 de junio, al mismo tiempo que se anunciaba la llegada del polvo del Sahara (SMN, 2020), donde se pronosticó tolvaneras con vientos superiores a 60 km hr^{-1}, para esa región de Coahuila. (Figura 1).

Si la latitud cambia de 25° a 28°, el cambio de velocidad del viento es mayor por tratarse de una zona con mayor cobertura vegetativa en la localidad CEZAR, Zaragoza, pero con topografía plana tiene mayor velocidad de viento que la zona montañosa de clima templado en Coahuila. La formación de dunas en los cercos perimetrales en el norte del estado, es una muestra de la erosión eólica que se tiene porque en mayo se tiene velocidades superiores a 50 km hr^{-1}, y como este mes sigue de la época de estiaje el suelo está seco y susceptible a erosión eólica (Torres, 2011).

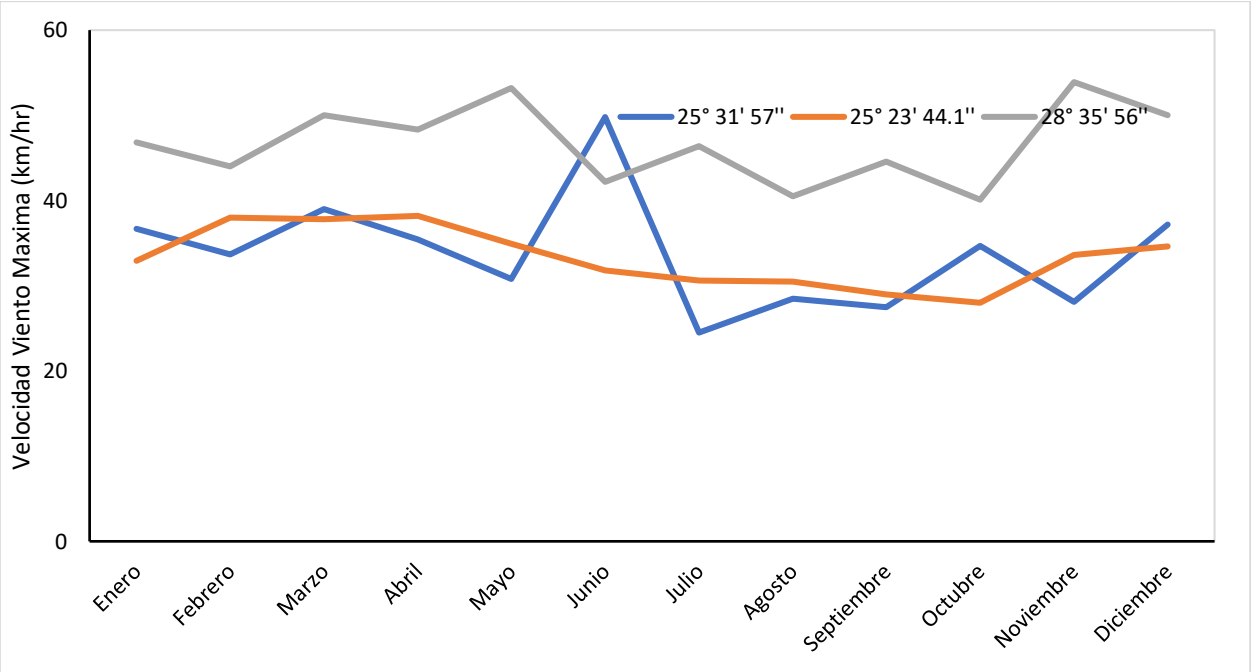


Figura 1. Velocidad del viento en tres localidades de Coahuila.

La erosión eólica en la localidad Zaragoza se clasifica como de grado moderado, de forma planar, componente geomorfológico de dunas y componente antrópico de presión rural. La localidad de CELALA se clasifica como de grado extrema, de forma masiva, componente geomorfológico de dunas salinas y componente antrópico de extracción, pero para la localidad de Roncevalles no hay erosión eólica, solo hídrica por ser parte de la Sierra de Arteaga (Bolaños *et al*., 2016)

El índice para el mes de junio la estación CAELALA en una zona semiárida y Roncesvalles en febrero que una zona Templada, en el mes con mayor velocidad del viento (Figura 2 y Figura 3). El índice señala que para la laguna la velocidad del viento tiene un rango de -2.0 a 2.8 para el mes de junio, donde se presentó la tolvanera, en Roncesvalles la oscilación es menor de -1.2 a 1.7 en febrero por efecto de los frentes fríos en inverno, ambas condiciones con la mayor velocidad de viento en el año (Rasmusson y Carpenter, 1982).

En las Figuras 4 y 5, con el mes de diciembre en CELALA y el mes de abril en Roncesvalles, y el mes con la menor velocidad del viento, el rango de variación es mayor en Roncesvalles de -1.3 a 1.6 de variación en la época de estiaje y en el CELALA de -0.9 a 1.4, lo que indica que los frentes fríos no tienen efecto en esta localidad por efecto del viento (Jáuregui, 1997).

El índice para la estación Zaragoza que tiene el mayor promedio de velocidad máxima de viento de 47 km hr^{-1}, su índice en noviembre es entre -1.6 a 1.8, el efecto de los frentes fríos que son típicos de la región y estables en el rango y que se presentan en forma similar en los años, en la misma localidad en mayo con la misma velocidad máxima de viento (50 km hr^{-1}) su rango es entre -1.3 a 1.6, menor respecto a noviembre pero con la misma intensidad de viento (Figura 6 y Figura 7), lo que indica que la variación es parte de deterioro ambiental actual (Balvanera, 2016).

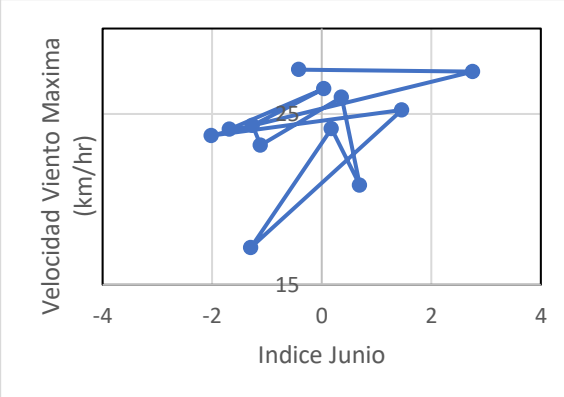


Figura 2. Índices para el mes de junio para la estación CELALA, en Matamoros, Coah.

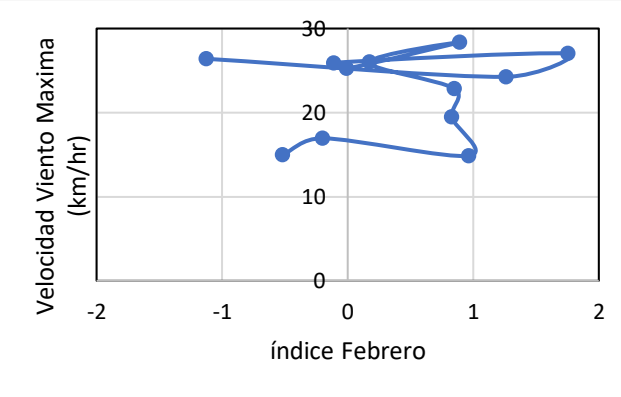


Figura 3. Índices para el mes de febrero para la estación Roncesvalles, Coah.

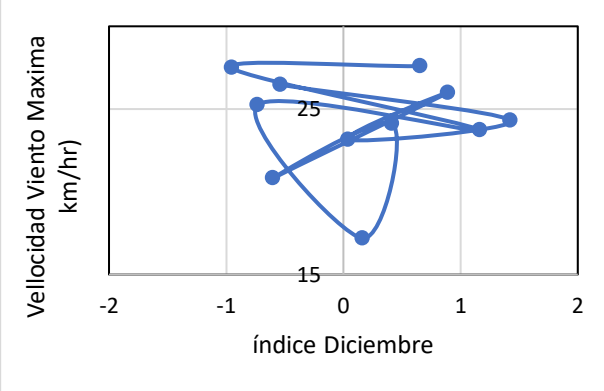


Figura 4. Índices para el mes de diciembre para la estación CELALA, en Matamoros, Coah.

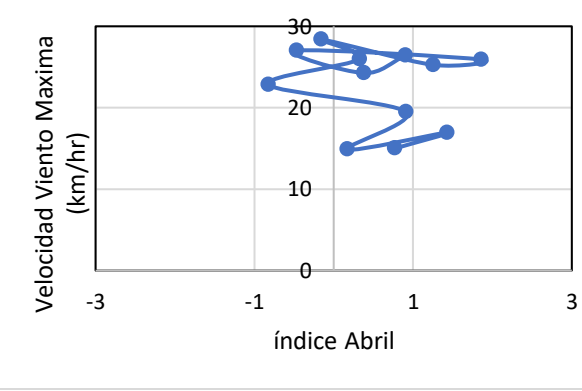


Figura 5. Índices para el mes de abril para la estación Roncesvalles, en Arteaga, Coah.

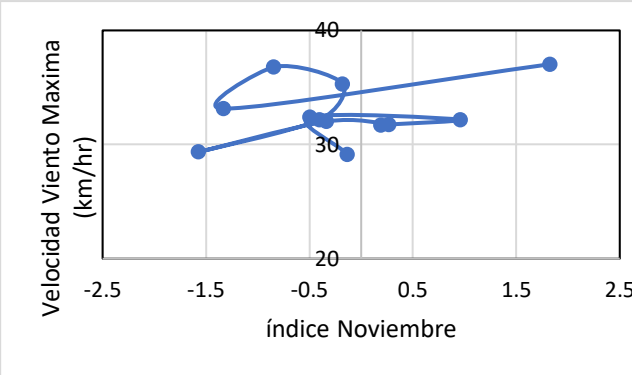


Figura 6. Índices para el mes de noviembre para la estación CEZAR, Zaragoza, en Zaragoza, Coah.

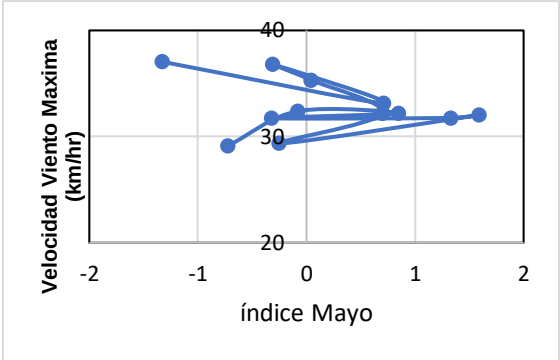


Figura 7. Índices para el mes de mayo para la estación CEZAR, Zaragoza, en Zaragoza, Coah.

Si consideramos que la velocidad de viento máxima ha tenido grandes variaciones en el CELALA en lo últimos 14 años (+2.8 de variación) y si el deterioro de la capa de ozono es una realidad, el efecto de la radiación en deshidratar el suelo, provoca con la velocidad del viento la erosión eólica, daño a los cultivos por el golpeteo de las partículas de suelo, que es el deterioro ambiental como causa y el cambio climático como efecto, los índices son un buen indicador estadístico con media 0 y varianza 1, de la variación en la serie de tiempo con datos agroclimáticos y cuando la variación es mayor que 1, el análisis nos permite conocer si velocidad del viento máxima tiene efecto en el deterioro ambiental (Granier and Shine, 2016; Hossaini *et al.,* 2017).

CONCLUSIONES

El índice nos permite conocer la variación a través del tiempo con media 0 y varianza 1, nos indica si un valor se sobre expresa en su varianza y puede identificar efectos de un fenómeno climático extraordinario. La ventaja de este método es que se retroalimenta con la información actual de la serie climática y así conocer la variación de esta serie a través del tiempo.

REFERENCIAS

Allen, R.G.; Walter, A.; Elliott, R.; Howell, T.; Itenfisu D. and M. Jensen. 2005. The standardized reference evapotranspiration equation. Environmental and Water Resources. Institute of the American Society of Civil Engineers. ASCE. 70 p.

Allen, R.G.; Pereira, L. S.; Raes, D. and M. Smith. 2010. Crop Evapotranspiration. FAO irrigation and drainage Paper No. 56. Rome, Italy. 300 p.

Balvanera Levy. P. 2016. Una mirada al conocimiento de los ecosistemas de México. Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México, 441 pp.

Bolaños González, M. A., F. Paz Pellat, C. O. Cruz Gaistardo, J. A.Argumedo Espinoza, V. M. Romero Benítez y J. C. de la Cruz Cabrera. 2016. Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. Terra Latinoamericana 34: 271-288.

Granier, C. and K.P. Shine. 2016 Climate Effects of Ozone and Halocarbon Changes. National Oceanic and Atmospheric Administration. 1315 East-West Highway | Silver Spring, MD 2091. 38 p. Hossaini, R.; M. P. Chipperfield; S.A. Montzka, A. A. Leeson; S.S. Dhomse and J.A. Pyle .2017. The increasing threat to stratospheric ozone from dichloromethane. NATURE COMMUNICATIONS. 9 p. Jáuregui, E. 1997. Climate variability and climate change in Mexico: a review. Geofísica Internacional 36 (3). Lyles, L. 1998. Basic Wind Erosion Processes. Agriculture, Ecosystems and Environment, 22/23:91-101.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2020. Wind Types. In: https://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/A5_esp.html

Narváez-Mendoza, M. P. y J. M. Covarrubias Ramírez. 2019. Oscilación térmica como respuesta del deterioro ambiental antropogénico.

Orona Castillo, Ignacio; Vázquez Vázquez,Castellanos Pérez, Edmundo; Fortis Hernández, Manuel; Preciado Rangel, Pablo; Puentes Gutiérrez, Judith; Ruiz Ortega, Francisco Javier; Vázquez Navarro, Mayarín de Jesús; Zúñiga Valenzuela, Elizabeth; González Salas, Uriel y García Sánchez; Héctor D. (eds). Memoria de la XXXI Semana Internacional de Agronomía UJED-FAZ-DEP. Venecia Durango, México. 31:954-958.

Palmer, W. C. 1965. Meteorological Drought. Research paper No. 45. Weather Bureau. U. S. Department of commerce. Washington, D. C. USA. 58 p.

Rasmusson, E.G., and T.H. Carpenter. 1982. Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation/El Niño. Mon. Wea. Rev., 110, 354-384.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2020. Pronóstico Meteorológico General. Aviso 349. *In*: https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Formularios/Pron%C3%B3stico%20Meteorol%C3%B3gico%20General/Pron%C3%B3stico%20Meteorol%C3%B3gico%20General_3167.pdf

Steel D., R. G. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics 2d edition. McGraw Hill. Tokyo, Jap. 633 p.

Torres-Ruiz, E. 1979. Climatología y meteorología. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 84 p.

Torres-Ruiz, E. 2011. Agrometeorología. 2ª Ed. Ed. Trillas .156 p.

Villalpando I. J. F. 1984. Caracterización agroclimática del área de influencia de los campos experimentales de la zona centro. INIA. Zapopan, Jal. 101 p.

APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN PRADERAS DE *XFESTULOLIUM*

ORGANIC FERTILIZATION ON *XFESTULOLIUM* PASTURES

Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1*], Rigoberto Rosales Serna[1], Saúl Santana Espinoza[1], Julio César Ríos Saucedo[1], Donají Sierra Zurita[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango – El Mezquital km. 4.5. Durango, Dgo. México. C.P. 34170. * dominguez.pablo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de distintas fuentes de fertilización orgánica sobre la productividad del Festulolium, durante el ciclo otoño-invierno 2019 – 2020. Se sembraron seis camas de 50 m de longitud y 4.20 m de ancho, con hileras de plantas cada 15 cm. Se fertilizó con la dosis 120-80-00 (N-P_2O_5-K_2O), aplicada al momento de la siembra. A cada una de las camas se le aplicó uno de seis tratamientos: testigo (Sin Fertilizante), urea a razón de 50 unidades de nitrógeno/ha (Químico), Té de composta 100 L/ha (Té de composta), UAN 32 a razón de 6 L/ha (UAN 32), NB Soil a razón de 160 L/ha y Magro a razón de 10 L/ha. Las variables evaluadas fueron analizadas con base en un diseño completamente aleatorio con seis repeticiones y la comparación de medias se realizó con base en la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). El pasto *xFestulolium* mostró capacidad para producir entre 9,460 kg/ha y 13,708 kg/ha de forraje fresco, así como 1,974 kg/ha a 2,437 kg/ha de forraje seco, en cortes realizados cada 14 a 20 días.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of organic fertilization on Festulolium yield during the 2019-2020 fall-winter cycle. Six 50 m long by 4.20 m wide beds were sown, with a distance of 15 cm between rows. All six beds received an initial dose of 120-80-00 (N-P_2O_5-K_2O) fertilizer at the time of sowing. One of six fertilizer treatments was assigned randomly to each bed; control treatment (No fertilizer), urea (Chemical) at 50 units of nitrogen/ha, compost tea (Compost Tea) at a rate of 100 L/ha, UAN 32 at a rate of 6 L/ha, NB Soil at a rate of 160 L/ha, and Magro at a rate of 10 L/ha. Data analysis was performed using a completely randomized design with six replicates, and comparing mean values using a Tukey ($p \leq 0.05$) test. xFestulolium grass is capable of producing 9.46 to 13.708 t/ha of fresh forage and 1.947 to 2.437 t/ha of dry forage, with defoliations at 14 to 20-day intervals.

INTRODUCCIÓN

En Durango, gran parte de la producción de ganado para carne se realiza en condiciones de pastoreo. Dicha producción se hace en pastizales y matorrales, en donde más del 75 % de la precipitación ocurre entre junio y septiembre (invierno y primavera generalmente secos). Es por ello que la producción de forraje se ve limitada a 4 o 5 meses del año. Lo anterior implica periodos durante los cuales el pastizal no cubre por completo los requerimientos de mantenimiento y producción del ganado (Domínguez-Martínez *et al*., 2015; Rosales-Serna *et al*., 2020).

Es necesario aumentar la productividad de los hatos mediante alternativas rentables; que permitan producir forraje de manera intensiva durante un mayor periodo de

tiempo. Una alternativa importante se basa en el aprovechamiento de forrajes sembrados en praderas (anuales o perennes), de una sola especie o con una mezcla de especies (gramíneas), incluso asociadas con leguminosas. Actualmente en el INIFAP-Durango se están buscando nuevas opciones forrajeras que se adapten a las condiciones agroclimáticas locales y ofrezcan un incremento en la calidad y rendimiento de las praderas (Domínguez-Martínez *et al*., 2015).

El *Festulolium sp* es una planta forrajera obtenida a partir de cruzamientos de plantas del género *Festuca* con el género *Lolium.* Estos híbridos se pueden producir espontáneamente en las praderas naturales. Los híbridos naturales son estériles y, por ello, el proceso de obtención de variedades comerciales comenzó con la eliminación de la esterilidad, para conseguir híbridos fértiles y estables. En los festulolium se pretende reunir la calidad de una especie, uno de *Lolium,* y la producción y rusticidad de la otra, *Festuca arundinacea* (Muslera y Ratera, 1991). Gramínea de buena adaptación al pastoreo frecuente, donde las combinaciones de intensidad (laxo e intenso), son necesarias para la mantención de la densidad de macollos de la pastura (Demanet, 2011).

En el estado de Durango, se ha multiplicado la oferta y uso de abonos orgánicos, que pueden ser utilizados en el mejoramiento de la productividad de cultivos agrícolas. Además de que, el mercado exige cada vez más el uso de este tipo de fertilizantes. Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de distintas fuentes de fertilización orgánica sobre la productividad del Festulolium, durante el ciclo otoño invierno 2019 – 2020.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el Campo Experimental Valle del Guadiana, perteneciente al INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias), situado en la carretera Durango-El Mezquital km 4.5. El sitio se ubica a los 23° 59’ 21” N, 104° 37’ 33” O y una altitud de 1,877 m. El suelo predominante del sitio es de tipo franco-arcilloso, el cual tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 4 %, pH de 7.9 (alcalino) y es pobre en contenido de materia orgánica, fósforo y nitrógeno. El clima predominante es templado semiárido [BS1 kw (w) (e)], con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura y la media anual para esta variable es de 17.4 °C (García, 1987). La lluvia acumulada durante el año alcanza un promedio de 476 mm, con valores altos entre junio y septiembre (Medina *et al*., 2005).

La siembra se realizó el día 11 de noviembre de 2019, lo cual correspondió al ciclo otoño-invierno de 2019-2020. Se utilizó una sembradora de granos pequeños (Aitchinson GrassFarmer®), se sembraron seis camas de 50 m de longitud y 4.20 m de ancho, con hileras de plantas cada 15 cm. Se fertilizó con la dosis 120-80-00 (N-P_2O_5-K_2O), aplicada al momento de la siembra. A cada una de las camas se le aplicó uno de seis tratamientos: testigo (Sin Fertilizante), urea a razón de 50 unidades de nitrógeno/ha (Químico), Té de composta 100 L/ha (Té de composta), UAN 32 a razón de 6 L/ha (UAN 32), NB Soil a razón de 160 L/ha y Magro a razón de 10 L/ha. Además de la lluvia ocurrida durante el periodo de realización del estudio se aplicó riego de auxilio después de cada corte para evitar el estrés hídrico en las plantas. El control de la maleza, antes del primer corte, se realizó mediante una aplicación del herbicida 2,4-D Amina: sal dimetilamina del ácido 2,4- Diclorofenoxiacético (Full-mina).

Durante un periodo de 186 días después de la siembra (DDS) se evaluó la altura de la planta, rendimiento de forraje fresco (FF) y forraje seco (FS). Los muestreos se iniciaron 88 días después de la siembra (DDS) y para su realización en la melga de tratamiento se tomaron seis muestras aleatorias y equidistantes con un cuadrante de 50 cm x 50 cm (2500 cm^2) para la determinación del rendimiento de FF y FS en toneladas por hectárea (t/ha). En cada muestreo se cortaron con unas tijeras los tallos a una altura de 8 cm sobre la superficie del suelo. Las muestras se colocaron en bolsas de papel previamente rotuladas con la identificación de cada muestreo, tratamiento y repetición.

Las melgas de pasto se segaron mecánicamente después del muestreo de la producción de forraje verde, con la finalidad de determinar la capacidad de rebrote y productividad entre muestreos. Las muestras obtenidas en campo se pesaron, inmediatamente después del corte, en una báscula electrónica con precisión de 0.01 g para registrar el peso fresco (PF). Luego, se colocaron las muestras en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C durante 72 h y se pesaron nuevamente para obtener el peso seco. Los resultados obtenidos para el PF y PS se utilizaron para estimar el rendimiento en toneladas por hectárea.

Los datos obtenidos para las variables evaluadas en campo se utilizaron en el análisis estadístico (ANOVA), para contar con la información necesaria para hacer las comparaciones entre tratamientos de fertilización. Las variables evaluadas fueron analizadas con base en un diseño completamente aleatorio con seis repeticiones y la comparación de medias se realizó con base en la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). El análisis de varianza y la comparación de medias se realizaron con el programa de cómputo SAS Ver. 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$), entre tratamientos de fertilización, para el rendimiento de forraje fresco (Figura 1) en todos los muestreos realizados entre 88 y 186 DDS. El tratamiento con fertilización química mostró el rendimiento más alto en la mayoría de los muestreos de forraje, con valores entre 8,891 kg/ha y 15,757 kg/ha, por lo que acumuló 95,953 kg/ha durante el periodo de corte evaluado. Otros tratamientos de fertilización sobresalientes por la cantidad de forraje acumulado fueron: el que no incluyó fertilización adicional (sin fertilizante) con 92,533 kg/ha y el producto NB Soil 90,861 kg/ha. El resto de los tratamientos mostraron nivel significativamente bajo de producción en cada muestreo y en el acumulado. Se observó que la aplicación de la dosis de fertilización recomendada al momento de la siembra permite la obtención de rendimientos aceptables durante el periodo seco del año en Durango. Con ello, se evita la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados y se reduce el riesgo de afectación del ganado en pastoreo, por efecto de nitratos.

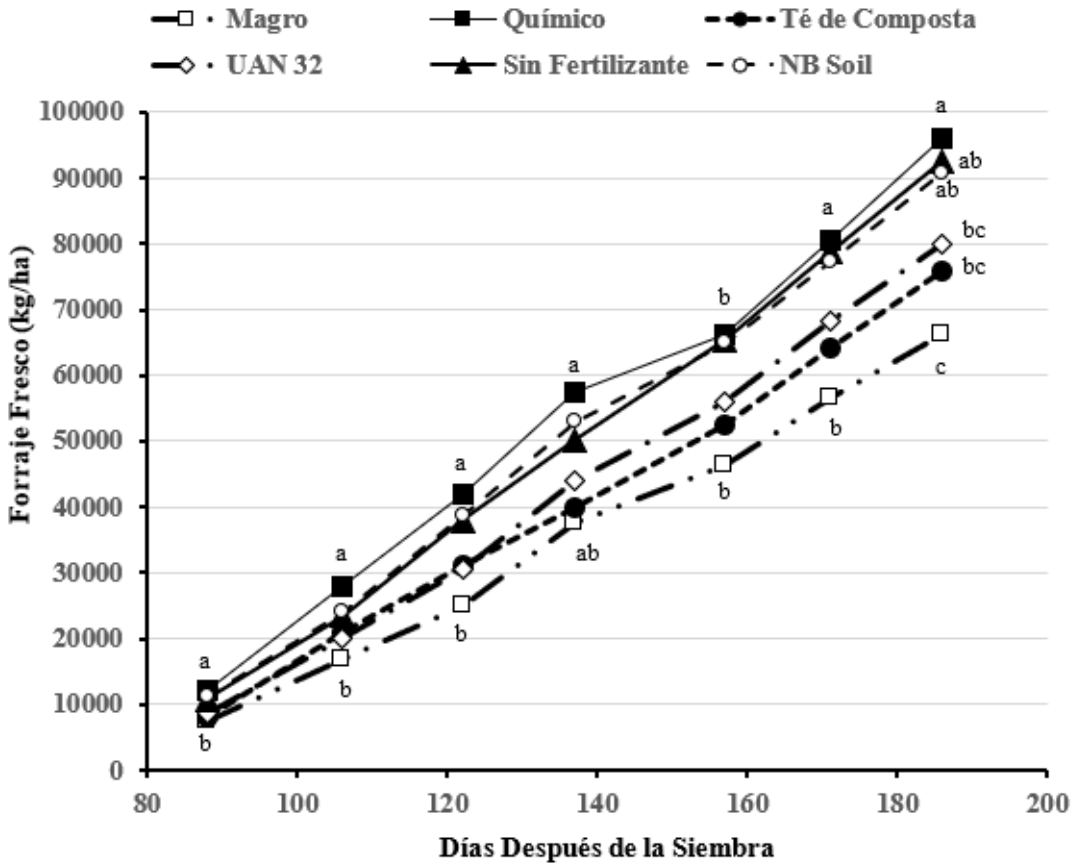


Figura 1. Rendimiento acumulado de forraje fresco en pasto *xFestulolium* cultivado con diferentes tipos de fertilización.

Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$), entre tratamientos de fertilización, para el rendimiento de forraje seco (Figura 2) en los muestreos realizados entre 88 y 157 DDS. El tratamiento con fertilización química mostró el rendimiento más alto en la mayoría de los muestreos de forraje, con valores entre 2,101 kg/ha y 2,427 kg/ha, por lo que acumuló 17,059 kg/ha durante el periodo de corte evaluado. Otros tratamientos de fertilización sobresalientes por la cantidad de forraje acumulado fueron: el que incluyó el producto NB Soil 18,079 kg/ha y sin fertilización adicional con 17,500 kg/ha, los cuales mostraron igualdad estadística a la fertilización química y acumulación más alta de forraje. El tratamiento con fertilización Magro mostró nivel significativamente bajo de producción en cada muestreo (1,449 kg/ha a 2,444 kg/ha) y en el acumulado (13,816 kg/ha). Se observó variación en la respuesta en la evaluación con base en el peso fresco y seco del forraje, lo que provocó que algunos tratamientos mostraran niveles altos para la acumulación de materia seca.

Appendini (2003) menciona que, en La Comarca Lagunera se obtuvo un rendimiento promedio de 47.5 t/ha/año de materia seca, durante tres años de evaluación. Mientras que, el rendimiento promedio de materia seca en Pabellón, Aguascalientes fue de 56.5 t/ha/año. En ambos casos se aplicó una dosis inicial de fertilización 58-30-00 (N-P_2O_5-K_2O) y fertilizaciones después de cada corte de 50-00-00 (N-P_2O_5-K_2O). Los rendimientos de ambas localidades son superiores a los obtenidos en el presente

estudio (17 a 18 t/ha), sin embargo, es necesario considerar que aquí únicamente se presentan los rendimientos acumulados en 186 días de evaluación.

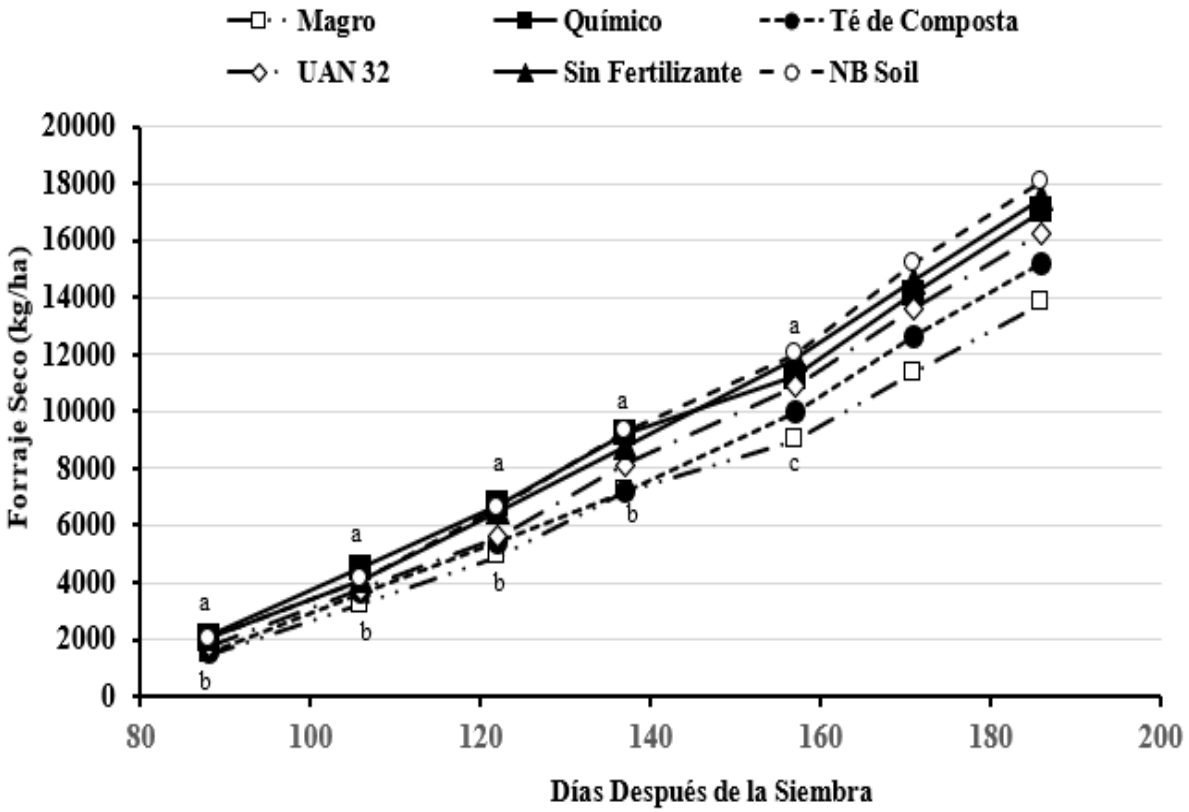


Figura 2. Rendimiento acumulado de forraje seco en pasto *xFestulolium* cultivado con diferentes tipos de fertilización.

CONCLUSIONES

El pasto Festulolium mostró capacidad para producir entre 9,460 kg/ha y 13,708 kg/ha de forraje fresco, así como 1,974 kg/ha a 2,437 kg/ha de forraje seco, en cortes realizados cada 14 a 20 días. El rendimiento se incrementó paulatinamente a medida que aumentaron la temperatura, en conjunto con el inicio de la primavera. Con base en lo anterior, *xFestulolium* parece adaptarse bien a las condiciones agroclimáticas del Valle del Guadiana, en el estado de Durango. Con una producción de forraje aceptable, en comparación con el ryegrass perenne y festuca.

REFERENCIAS

Appendini C. S., 2003. Potencial productivo de gramíneas de clima templado en diferentes ambientes de México" Universidad De Colima, Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias, Colima, Col.

Domínguez-Martínez, P.A., R. Jiménez-Ocampo, F.E. Reyes-Méndez, R. Rosales Serna. 2015. Paquete tecnológico para el cultivo de praderas irrigadas de clima templado. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Folleto Técnico Núm. 78. 20 pp.

Demanet F. R., 2011. Pasturas Permanentes para Producción de Carne Bovina, Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera.

García M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. Enriqueta García de Miranda. México, D. F. 217 p.

Medina G., G., G. Díaz P., J. López H., J. A. Ruiz C., y M. Marín S. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Durango (Periodo 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo. México. 224 p.

Rosales-Serna, R., A. Retana-García, P.A. Domínguez-Martínez, C.A. Nava-Berumen, O.G. Alaníz-Villanueva, E.C. Gamero-Posada. 2020. Uso de abonos orgánicos para la producción de forraje en praderas irrigadas de xFestulolium. Cienc. Innov. 3(1):73-80.

APLICACIÓN DE LA TELEDETECCIÓN PARA EL MONITOREO DE LA SUPERFICIE IRRIGADA EN UN MÓDULO DE RIEGO EN EL NORTE DE MÉXICO

APPLICATION OF REMOTE SENSING FOR MONITORING THE IRRIGATED SURFACE IN AN IRRIGATION MODULE IN NORTHERN MEXICO

Carlos Miguel Ramos Cruz[1*]; Gerardo Delgado Ramírez[2]; Enrique Hernández Leal[3]; Luis Ángel Hernández Martínez[4]; Jorge Maltos Buendía[3]

[1*]Campo Experimental, General Terán-INIFAP, Km 31 Carretera Montemorelos-China. C. P. 67400. General Terán, Nuevo León, México.
[2]Colegio de Posgraduados. Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, C.P. 56230. Texcoco, Estado de México.
[3]Campo Experimental, La Laguna-INIFAP. Blvd. José Santos Valdez No. 1200 pte. Col Centro C.P. 27440. Matamoros, Coahuila, México.
[4]Campo Experimental Todos Santos, CIRNO, INIFAP, Agricultura s/n, Col. Emiliano Zapata, C.P. 23070. La Paz, Baja California Sur, México.
ramos.carlos@inifap.gob.mx

RESUMEN

En México, el 80% del agua disponible se destina para irrigar 6.5 millones de ha, distribuidas en 86 distritos de riego, con eficiencias de operación menores al 40%. Entre los factores de la baja eficiencia, destacan los de naturaleza tecnológica asociados a la operación incorrecta de la red de conducción, al diseño y manejo deficientes de los sistemas de riego parcelario, así como factores de naturaleza administrativa que impactan también a la eficiencia de la gestión del agua. Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue realizar el seguimiento de la superficie real establecida en un módulo del distrito de riego Don Martín (DR-004) en Anáhuac, Nuevo León, México, mediante el uso de teledetección. Se generó un Sistema de Información Geográfica del módulo y se obtuvieron imágenes del satélite Sentinel-2. Con la teledetección fue posible realizar un seguimiento periódico del crecimiento vegetativo del módulo y con ello identificar que solamente se estableció el 40% de la superficie cultivada autorizada por el DR-004 a inicios del ciclo de riego.

ABSTRACT

In Mexico, 80% of the available water is used for irrigation of 6.5 million ha, distributed in 86 irrigation districts, with less than 40% operating efficiencies. Among the factors causing low efficiency, there are factors of technological nature associated with poor operation of the conduction network, deficient design and management of land irrigation systems, as well as factors of administrative nature that also impact the water management efficiency. For this reason, the objective of this study was to monitor the current surface established in the module Don Martín irrigation district (DR-004) in Anáhuac, Nuevo León, Mexico, using remote sensing. A Geographic Information System of the module was generated and images of the Sentinel-2

satellite were obtained. With remote sensing it was possible to periodically monitor the vegetative growth of the module and thereby identify that only 40% of the cropping area authorized by DR-004 was established at the beginning of the irrigation cycle.

INTRODUCCION

El rápido crecimiento poblacional, junto con la extensión de la agricultura de riego, el desarrollo industrial y el cambio climático influyen sobre la cantidad y calidad del agua (Chartzoulakis y Bertaki, 2015). Se estima que la población mundial para el año 2050 será de diez mil millones de personas (ONU, 2017), lo cual demanda incrementar un 50% la producción de alimentos con el mismo volumen de agua (FAO, 2017). La agricultura es uno de los principales factores detrás del aumento de la escasez del agua, debido a que la irrigación de cultivos representa más del 70% de las extracciones de agua dulce en el mundo (Ezenne *et al*., 2019). En México, se destina más del 80% del volumen de agua a este sector (Martínez *et al*., 2017) para irrigar 6.5 millones de ha, de las cuales 3.3 millones corresponden a 86 distritos de riego (DR) y el resto a más de 40 mil unidades de riego (UR) (CNA, 2018); sin embargo, el uso de este recurso en los distritos de riego del país presenta una eficiencia global menor al 40% (Ramos *et al*., 2018), lo cual se puede deber a diversos factores asociados a la gestión del agua. Dentro de éstos destacan algunos de naturaleza tecnológica asociados a la operación incorrecta de la red de conducción, y al diseño y manejo deficientes de los sistemas de riego parcelario (Buendía *et al*., 2004; Saccon, 2018). Aunado a éstos se suman otros factores de naturaleza administrativa que impactan también a la eficiencia de la gestión del agua, como es el sobredimensionamiento por parte de los usuarios de las superficies de riego concedidas. Aun cuando se carece de cifras reportadas oficialmente sobre la magnitud de este problema, se conoce que produce retrasos importantes en la entrega del agua a los usuarios y propicia el uso o tráfico ilegal de volúmenes de agua no concesionados. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue realizar el seguimiento de la superficie real establecida en un módulo del distrito de riego Don Martín (DR-004), mediante el uso de imágenes del satélite Sentinel-2 y Sistemas de Información Geográfica con la finalidad de identificar posibles causas de la baja eficiencia en el uso del agua de riego.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en un módulo del Distrito de Riego 004 Don Martín (DR-004). El DR-004 se localiza en los municipios de Juárez, Coahuila y Anáhuac, Nuevo León, México (Figura 1). Cuenta con una superficie irrigable de 29,600 ha distribuidas en siete módulos; también con una infraestructura de riego de 119 km de canales principales, 637 km de red secundaria y 498 km de drenes, para beneficio de 1,903 usuarios (Gobierno de Nuevo León,

2014). El módulo de estudio se localiza entre, 27° 20’ 42’’ y 27° 09’ 06’’ Latitud Norte, 100° 15’ 02’’ y 100° 02’ 25’’ Longitud Oeste a una altitud promedio de 200 m, con una superficie autorizada de 1,830 ha por el distrito de riego.

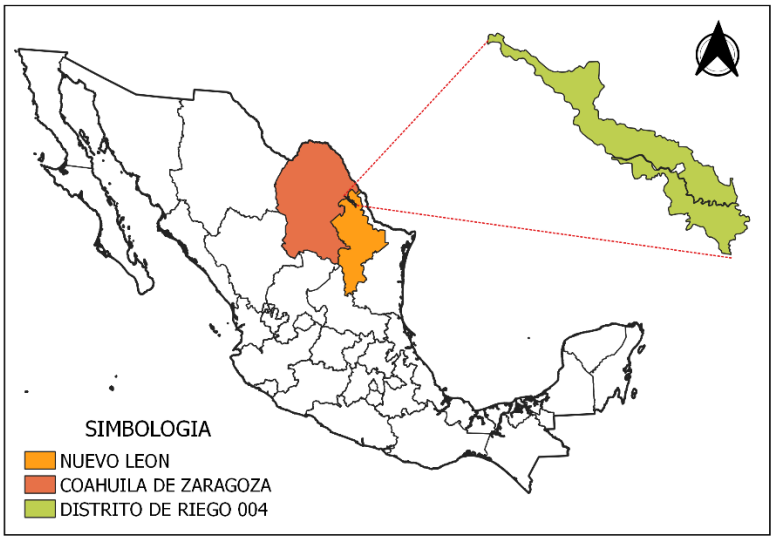


Figura 1. Localización geográfica del Distrito de Riego 004, Don Martín**.**

Recopilación de Información. Se recabó la información disponible del DR-004 como: polígonos de las parcelas, conducción de canales, caminos, relación de usuarios, cultivos y superficie programada. El límite del distrito se obtuvo de la página oficial de la CNA (http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=distritosriego) desde donde se descargó la base de datos de los DR del país en formato KML (*Keyhole Markup Language*), posteriormente se convirtió a formato shapefile (.shp) mediante el software Quantum GIS (QGIS), ver. 3.6.2, el cual es un software libre y de código abierto.

Integración de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Se realizó en el Campo Experimental General Terán, perteneciente al INIFAP, con sede en General Terán, Nuevo León, México. Los shapefile se generaron bajo la proyección WGS 84 UTM, para la zona 14 Norte, con el software QGIS, ver. 3.6.2.

Adquisición de imágenes de satélite. Se utilizaron imágenes multiespectrales captadas por el sensor MSI (Multi Spectral Instrument) abordo del satélite Sentinel-2. Éste proporciona datos radiométricos a través de 13 bandas (cuatro bandas con resolución espacial de 10 m, seis de 20 m y tres de 60 m), y una escala temporal de 5 días. Las imágenes se obtuvieron de manera gratuita del portal Copernicus Open Access Hub (https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home), en formato GeoTIFF.

Combinación de bandas. De cada imagen obtenida se combinaron mediante el software QGIS ver. 3.6.2 las bandas ocho, cuatro y tres para generar una a falso color. Esto se obtiene al pasar las bandas por los filtros rojo, verde y azul. Cada banda muestra un degradado de grises que serán saturados por el color de su canal de manera proporcional durante la composición de la imagen RGB. Esta combinación de las tres bandas saturadas de color causará que se generen imágenes con tramas de colores rojos, verdes y azules, así como otros colores secundarios. El falso color representa mejor la presencia de vegetación en comparación al color natural.

Seguimiento de la superficie de riego. Se recopiló información con los canaleros del módulo sobre los avances de riego. Está información se agregó a la base de datos del SIG. Posteriormente, los polígonos señalados como regados en el SIG se contrastaron con las zonas de crecimiento de vegetación captadas a través de las imágenes de satélite. Además, fue necesario realizar una supervisión en campo para excluir parcelas regadas mediante pozos profundos y parcelas con maleza.

RESULTADOS Y DISCUSION

Mediante el uso de la teledetección fue posible realizar un seguimiento periódico del crecimiento vegetativo del módulo. Esto nos permitió identificar y cuantificar la superficie real sembrada en cada una de las parcelas durante el ciclo de riego (Figura 2). Esta información es de utilidad para los administradores del agua en módulos, debido a que en la mayoría de los distritos de riego del país se riega mayor superficie a la autorizada, debido principalmente a la venta no oficial y al robo del agua (Mejía *et al*., 2003). Asimismo, Casterad *et al.* (2018) indican que disponer de información digital permite visualizar, consultar y detectar de manera rápida zonas con anomalías durante el desarrollo de los cultivos.

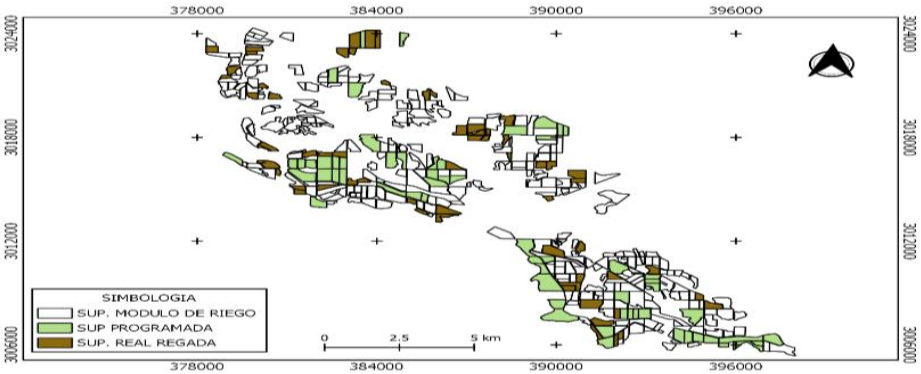


Figura 2. Superficie programada por el Distrito de Riego y superficie real regada durante el ciclo de riego.

Se identificó que en el módulo de riego solamente se estableció el 40% de la superficie de cultivo autorizada por el DR-004. El sorgo de grano (15.8%) fue el cultivo con menor superficie sembrada de acuerdo a lo programado, seguido de la soya (23.6%) y trigo (40.6%) (Cuadro 1). Una de las causas principales de la superficie sembrada reducida se atribuyó a que los productores carecieron de los recursos necesarios para el establecimiento de los cultivos; sin embargo, aun con superficie menor establecida a lo programado, el DR-004 reporta una eficiencia global menor al 50%. Esto puede deberse a lo reportado por Ramos *et al.* (2019) quienes indican que las bajas eficiencias en los módulos de riego del país, se debe principalmente a que los productores desconocen las variables involucradas en el diseño de riego superficial, tales como: longitud y ancho de melgas, nivelación de terreno y gastos de estrada a la parcela.

Cuadro 1. Superficie autorizada por el Distrito de Riego 004 “Don Martín” y superficie real establecida durante el ciclo de riego en el área de estudio.

Cultivo	**Superficie (ha)**		
	Autorizada	**Sembrada**	**Diferencia (%)**
Avena forrajera	35.0	22.4	64.0
Trigo grano	290.0	117.7	40.6
Maíz grano	200.0	98.2	49.1
Sorgo forrajero	200.0	115.5	57.8
Sorgo grano	240.0	38.0	15.8
Soya	330.0	78.0	23.6
Pradera (zacate)	535.0	250.0	46.7

CONCLUSIONES

Mediante el uso de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica y la teledetección, fue posible monitorear de manera espacial y progresiva la superficie real establecida durante el ciclo de riego del módulo y con ello identificar posibles causas que originan baja eficiencia en la administración del agua de riego.

REFERENCIAS

Buendía, J., Palacios, E., Chávez, J., y Rojas, B. (2004). Impacto del funcionamiento de los sistemas de riego presurizados en la productividad de ocho cultivos, en Guanajuato, México. Agrociencia 38 (5): 477-486

Casterad, M., López, R., y Acevedo, A. (2018). Uso de técnicas SIG y teledetección en el seguimiento del cultivo de viña. El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas. Pp. 691-697.

Chartzoulakis, K., y Bertaki, M. (2015). Sustainable water management in agriculture under climate change. Agriculture and Agricultural Science Procedia: 88-98.

CNA Comisión Nacional del Agua. (2018). Estadisticas del agua en México, Edición 2018. Comisión Nacional del Agua, Coyoacán, México, Ciudad de México. Pp. 306.

Ezenne, G. I., Jupp, L., Mantel, S. K., and Tanner, J. L. (2019). Current and potential capabilities of UAS for crop water productivity in precision agriculture. Agricultural Water Management 218: 158-164.

FAO Food and Agriculture Organization (2017). The future of food and agriculture. Trends and challenges, Rome. Pp. 180

Gobierno de Nuevo León (2014). Modernización y Mejoramiento al Distrito de Riego 004 "Don Martín" en Anáhuac, Nuevo León, Estado de Nuevo León. Documento de consejo bd 2014-25 Propuesta de certificación y financiamiento estado de Nuevo León – conservación de agua.

Guzmán, E., De la Garza, M. T., Gonzáles, J., y Hernández, J. (2014). Análisis de los costos de producción de maíz en la Región Bajío de Guanajuato. Análisis Económico 70 (XXIX): 145-146.

Martínez, E., Espitia, E., Villaseñor, H., Hortelano, R., Muñiz, E., y Zamudio, A. (2017). Calidad industrial del trigo harinero en función del número de riegos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 8 (7): 1497-1508.

Mejía, E., Exebio, A., Palacios, E., Santos, A. L., y Delgadillo, M. E. (2003). Mejoramiento del manejo de distritos y módulos de riego utilizando Sistemas de Información Geográfica. Terra Latinoamericana 21 (4): 513-522.

ONU United Nations. (2017). World Population Prospects The 2017 Revision. Key Findings and Advance Tables." United Nations, New York. Pp 46.

Ramos, C. M., Estrada, J., Delgado, G., Miguel, E., y Domínguez, D. (2018). Estimación de la eficiencia de riego superficial parcelario en un módulo del distrito 017 Región Lagunera. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 17 (2): 21-30.

Ramos, C. M., Estrada, J., Delgado, G., Pérez, E., y Domínguez, D. (2019). Evaluación de variables involucradas en riego superficial para incrementar la eficiencia del uso del agua en la Región Lagunera, Coahuila de Zaragoza, México. Acta Agrícola y Pecuaria 5 (1): 8.

Saccon, P. (2018). Water for agriculture, irrigation management. Applied Soil Ecology 123: 793-796.

APLICACIÓN FOLIAR DE NANOPARTÍCULAS DE OXIDO DE ZINC Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE MELÓN CHINO

FOLIAR APPLICATION OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES AND THEIR EFFECT ON THE PRODUCTION AND QUALITY OF CANTALOUPE

Rivera-Gutiérrez, Rubén G.[1*]; Fortis-Hernández, Manuel[2] ; Betancourt-Galindo, Rebeca[3]; Salazar-Sosa, Enrique[2]; Preciado-Rangel, Pablo[2]

[I] Estudiante del Doctorado en Ciencias en Agua y Suelo en el Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón– San Pedro en el ejido Ana Torreón, Coahuila, México.
[2]Profesor investigador del Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Torreón.
[3] Profesora investigadora del Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coahuila, México. *Autor para correspondencia: ing.ruben_faz@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de nanopartículas de óxido de Zinc (NPsZnO) en concentraciones de 50, 100,150, 200 y 250 Mg L^{-1} en el crecimiento y desarrollo de plantas de melon chino (*Cucumis melo* L). Se realizó una preparacion de suelo convencional de acuerdo con el paquete tecnologico del cultivo. Se fertilizo con la formula quimica 120-60-00. Durante el ciclo del cultivo se dieron seis riegos de auxilio. Las nanopartículas aplicadas fueron de ZnO, con un tamaño de 20 a 60 nanómetros y una pureza del 97%. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos fueron analizados con el Software estadístico SAS (Statistics Analysys System) ® versión 9. 1. Los resultados señalan que las aplicaciones foliares de 150 Mg L^{-1} de NPsZnO presentaron el mayor rendimiento de frutos de melon chino obteniendo 54.7 t ha^{-1}. Respecto a la concentracion de solidos solubles (°Brix) el tratamiento de 200 mg L^{-1} fue estadísticamente superior a los demás alcanzando 12.73 ° brix. Podria atribuirse el efecto de las NPs metálicas de ZnO con el crecimiento y desarrollo de las plantas y frutos, tienen el potencial de ser usadas como nano fertilizantes, mejoran la calidad de los frutos incrementando los solidos solubles.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of the foliar application of Zinc oxide nanoparticles (NPsZnO) in concentrations of 50, 100, 150, 200 and 250 Mg L^{-1} in the growth and development of Chinese melon plants (*Cucumis melo* L.). A conventional soil preparation was made according to the technological package of the crop. It was fertilized with the chemical formula 120-60-00. During the crop cycle, there were six aid irrigations. The nanoparticles applied were made of ZnO, with a size of 20 to 60 nanometers and a purity of 97%. The experimental design used was randomized blocks with five treatments and four repetitions. The data were analyzed with the Statistical Software SAS (Statistics Analysis System) ® version 9. 1. The results indicate that the foliar applications of 150 Mg L^{-1} of NPsZnO presented the highest yield of cantaloupe fruits, obtaining 54.7 t ha^{-1} . Regarding the concentration of soluble solids (° Brix), the treatment of 200 mg L-1 was statistically superior to the others, reaching 12.73 ° brix. The effect of metallic ZnO NPs could be attributed to the growth and

development of plants and fruits, they have the potential to be used as nano fertilizers, they improve the quality of the fruits by increasing the soluble solids.

INTRODUCCIÓN

La nanotecnología (NT) ha llamado la atención de los investigadores en los últimos años, en el nuevo milenio promete ser la cuarta revolución industrial (Maynard *et al*., 2015). La NT es la ciencia que está sustentada en la capacidad de medir, manipular y organizar la materia a escala nanométrica, entre 1 y 100 nanómetros tiene la capacidad de impulsar el incremento de la producción de alimentos por medio de la agricultura sustentable, debido a que permite usar agua, pesticidas y fertilizantes de forma más eficiente y en menor cantidad (Duhan *et al*, 2017). Reportes recientes señalan que diversas nanopartículas metálicas mejoran significativamente el crecimiento de las plantas y tienen el potencial de ser usadas como nano fertilizantes para incrementar la productividad agrícola (Liu *et al*., 2016). El zinc es un micronutriente esencial para el crecimiento y la mejora de las plantas y los seres humanos, ha alcanzado gran importancia en la salud y en la nutrición del humano (Pandey *et al*., 2010). Participa en el metabolismo celular y subcelular (Hambidge, 2000). Además, interviene en los procesos bioquímicos necesarios para el desarrollo de la vida (Rubio *et al*., 2007). También está involucrado en la modulación de la secreción de prolactina, en la secreción y acción de la insulina (Torres y Bahr, 2004), promueve el desarrollo intelectual de los niños y la fertilidad masculina (Yin *et al*., 2012). Por tal motivo este experimento tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación foliar de NPs ZnO en la producción y concentración de solidos solubles en melón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo científico se realizó en las tierras arables del ejido Rosas en el municipio de Tlahualilo Dgo., Cuyas coordenadas son: 26° 06’ 38’’ N y 103° 26’ 17’’ O a una altura de 1,095 metros sobre el nivel del mar. El suelo del municipio se clasifica como yermosol, su clima característico de este lugar es muy seco o estepario. La temperatura media anual es de 21ºC. La precipitación media anual es de 211 milímetros. La primera helada se registra en el mes de noviembre y la última en el mes de marzo.

Las actividades realizadas en este trabajo desde la preparación de suelo hasta cosecha fueron siete y son las siguientes:

Preparación de suelo

La preparación de suelo consistió en un barbecho a 30 cm de profundidad, un doble rastreo seguido de un empareje. La marcación de las camas meloneras se realizó con la zanjeadora.

Riego

Los riegos se realizaron con agua de la presa Francisco Zarco, el riego de presiembra se realizó el 13 de marzo del 2019 con una lámina de 30 cm, durante el ciclo de cultivo se dieron seis riegos de auxilio con lamina de 15 centímetros.

Siembra

Se sembró melón chino (*Cucumis melo*. L) hibrido crusier el 20 de marzo del 2019, en bordo a doble hilera formando la cama melonera a una distancia de cuatro metros entre bordos y con una separación entre semilla de 30 cm para tener una densidad de 16,665 plantas $ha^{-1.}$

Manejo del experimento

Se colocaron 20 banderillas de madera de cinco colores para la identificación de los tratamientos, cada tratamiento tiene cuatro repeticiones.

Aplicación de Nanopartículas

Las nanopartículas aplicadas fueron de óxido de zinc, con un tamaño de 20 a 60 nanómetros y una pureza del 97%, cada tratamiento de nanopartícula se disolvió en ocho litros de agua desionizada y se le agrego un adherente-dispersante para la adherencia a la planta. Se realizaron cinco aplicaciones con mochila fumigadora durante el ciclo de cultivo.

Plagas y enfermedades

Para el control de plaga como minador de la hoja, pulgones, gusanos y mosquita blanca se revisó periódicamente el cultivo y al detectar la presencia de estas se tomaron las medidas necesarias de prevención y control del INIFAP Matamoros, Coahuila.

Cosecha

El melón se cosecho cuando el fruto presento un color naranja con la red bien formada y se desprendió con facilidad de la planta las cosechas se realizaron de manera manual (entre los 90-110 días después de la siembra).

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, cada unidad experimental fue constituida por una cama melonera de 4 m de ancho por 10m de largo, para un total de 20 unidades experimentales con un área de 40 m^2 cada una, el área total de la unidad experimental será de 800 m^2.

Factores de estudio

En el Cuadro 1 se presentan los tratamientos en estudio, que representa la concentración de nanopartículas de óxido de zinc (NPS ZnO) aplicadas de manera foliar en el cultivo de melón

Cuadro 1. Tratamientos de Nanopartículas en el cultivo de melón

Tratamientos	**Concentraciones NPS ZnO (Mg L^{-1})**
T1	50
T2	100
T3	150
T4	200
T5	250

Variables evaluadas

En este experimento se evaluó el rendimiento (t ha^{-1}) de los frutos de melón y los sólidos solubles (° Brix), el rendimiento se determinó en una báscula electrónica marca ADIR ® con

capacidad de 5000 gramos, para determinar los grados Brix se partió cada uno de los frutos y se colocó una gota de jugo en el vidrio lector del refractómetro marca super scientific 300001.

Análisis de datos

Los datos fueron analizados con el Software estadístico llamado SAS (Statistics Analysys System) ® versión 9. 1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 uno se muestran los rendimientos (t ha^{-1}) obtenidos con la aplicación foliar de la nanopartícula de ZnO a diferentes concentraciones en donde se observa que a medida que aumenta la concentración de la nanopartícula, aumenta el rendimiento hasta llegar a un máximo para después tender a disminuir, esto indica que la respuesta del rendimiento de la nanopartícula tiende a ser una función de grado superior. El tratamiento de 150 mg L^{-1} presento el mayor rendimiento de 54.7 t ha^{-1}, esto concuerda con Liu *et al*., (2016) donde menciona que las nanopartículas metálicas mejoran significativamente el crecimiento de las plantas y tienen el potencial de ser usadas como nano fertilizantes para incrementar la productividad agrícola. Esto posiblemente se deba a que la aplicación vía foliar de la nanopartícula se aprovecha en su totalidad y no reaccionó con el suelo. La concentración de 200 y 250 mg L^{-1} disminuyeron su rendimiento esto posiblemente se deba a altas concentraciones produzcan fitotoxicidad y concuerda con Ghosh et al., (2016) en donde menciona que a altas Aplicaciones de nanopartículas provocan una fitotoxicidad en las plantas e inducen estrés oxidativo, daño en el ADN y muerte celular.

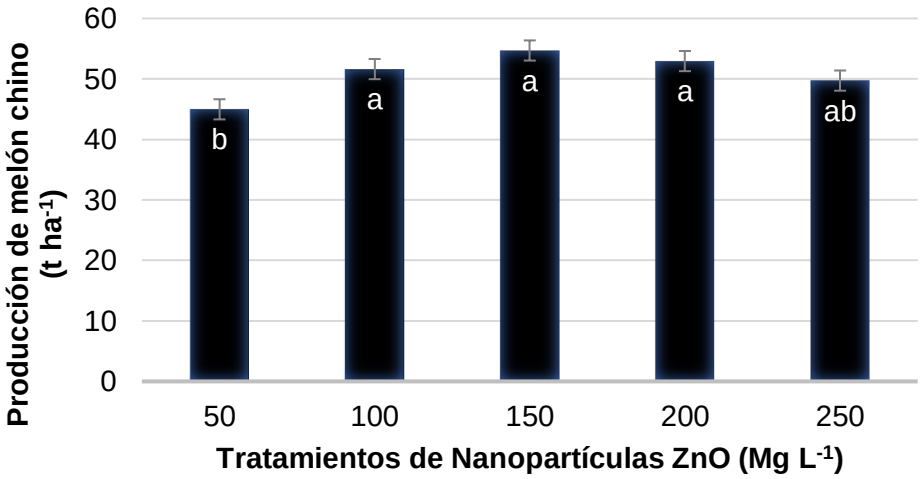


Figura 1. Producción de Melón Chino con aplicaciones foliares de Nanopartículas de óxido de Zinc.

En la Figura 2 se muestra el contenido de solidos solubles (° Brix) obtenidos con la aplicación foliar de las nanopartículas de ZnO a diferentes concentraciones. El tratamiento de 200 mg L^{-1} fue estadísticamente superior a los demás alcanzando 12.73 ° brix, seguido por el tratamiento de 250 Mg L^{-1} y los demás tratamientos se comportaron estadísticamente similares. Zhao *et al*., (2014) mencionan que las nanopartículas de óxido de zinc mejoran la calidad de los frutos al incrementar la concentración de azúcar

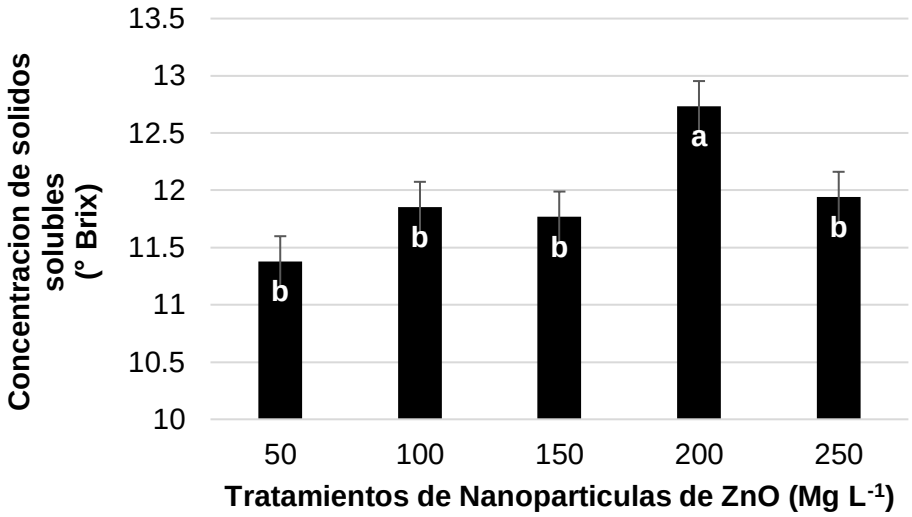


Figura 2. Concentración de solidos solubles (° Brix) en la producción de melón chino con aplicaciones foliares de Nanopartículas de óxido de Zinc

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados se concluye que existe un punto optimo de rendimiento de melón con las aplicaciones foliares de nanopartículas de Oxido de Zinc y que a mayor rendimiento disminuye la calidad del fruto y viceversa. Se recomienda explorar más rangos de aplicaciones de la nanopartícula para generar un modelo matemático de rendimiento, calidad del fruto e ingreso del productor.

REFERENCIAS

Duhan JS, Kumar R, Kumar N, Kaul P, Nehra K (2017) Nanotechnology: The new perspective in precision agriculture, Biotechnology Reports 15: 11-23.

Ghosh, M., Jana, A., Sinha, S., Jothiramajayam, M., Nag, A., Chakraborty, A. y Mukherjee, A. (2016). Effects of ZnO nanoparticles in plants: Cytotoxicity, genotoxicity, deregulation of antioxidant defenses, and cell-cycle arrest. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 807, 2532.

Hambidge M. 2000. Human Zinc Deficiency. J Nutr. 130: 1344S-1349S.

Liu, R., Zhang, H. y Lal, R. (2016). Effects of stabilized nanoparticles of copper, zinc, manganese, and iron oxides in low concentrations on lettuce (Lactuca sativa) Seed germination: Nanotoxicants or nanonutrients. Water, Air, & Soil Pollution, 227: 1-14.

Liu, R., Zhang, H. y Lal, R. (2016). Effects of stabilized nanoparticles of copper, zinc, manganese, and iron oxides in low concentrations on lettuce (Lactuca sativa) Seed germination: Nanotoxicants or nanonutrients. Water, Air, & Soil Pollution, 227: 1-14.

Maynard, A.D. (2015). Navigating the fourth industrial revolution. Nature nanotechnology, 10(12), 10051006.

Pandey, A.C., Sanjay, S.S. y Yadav, R.S. (2010). Application of ZnO nanoparticles in influencing the growth rate of Cicer arietinum. Journal of Experimental nanoscience. 5:488-97.

Rubio C, González WD, Martín-Izquierdo R, Revert C, Rodríguez I, Hardisson A. 2007. El zinc: oligoelemento esencial. Nutr Hosp. 22: 101-7.

Torres AR, Bahr VP. 2004. El zinc: la chispa de la vida. Rev Cubana Pediatr. 76: Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034 75312004000400008&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Yin X, YUAN L, LIU Y, LIN Z. 2012. Phytoremediation and Biofortification: Two Sides of One Coin. P 1-6. In: Yin X, Yuan L. (eds.) Phytoremediation and Biofortification. Springer.

Zhao, L., Sun, Y., Hernandez, V.J., Servin, A.D., Hong, J.; Niu, G., Peralta, V.J., Duarte, G.M. y Gardea, T.J. (2014). Influence of CeO2 and ZnO nanoparticles on cucumber physiological markers and bioaccumulation of Ce and Zn: A Life Cycle Study. Journal of agricultural and food chemistry. 61: 11945-11951.

APRENDIZAJE AUTOMÁTICO EN LA AGRICULTURA DE PRECISION: CASO DE ESTUDIO USO DEL AGUA

MACHINE LEARNING IN PRECISION AGRICULTURE: CASE STUDY USE OF WATER

Ruiz-Ortega, Francisco Javier [ad*]; Esquivel-Murillo, Karina[a]; Palomares-Adame, Alma Verónica [b]; Soto-Álvares, Claudia Elena[ad]; Vázquez-Fernández, Claudia María Teresa [c]

[a] Tecnológico Nacional de México - Campus Instituto Tecnológico de Torreón. Carr. Torreón-San Pedro km 7.5, Ejido Ana. Torreón, Coahuila, México.
[b] Tecnológico Nacional de México - Campus Instituto Tecnológico de El Santo. Calle Tecnológico 101 Col. La Forestal C.P. 34942 El Salto, P.N., Durango, México.
[c] Tecnológico Nacional de México - Campus Instituto Tecnológico de La Laguna. Blvd. Revolución y Av. Instituto Tecnológico de La Laguna s/n, Torreón, Coahuila, México
[d] Cuerpo Académico en Formación Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación ITTOR-CA-4 [*]Autor para correspondencia: ruiz6812@hotmail.com

RESUMEN

Dentro del campo del análisis de datos, el aprendizaje automático es una tecnología emergente utilizada para diseñar modelos complejos y algoritmos que se prestan a la predicción; La agricultura de precisión ve en esta tecnología nuevas oportunidades de desarrollo. En este apartado, presentamos una recopilación de investigaciones de aprendizaje automático aplicadas a los sistemas de producción agrícola, específicamente en administración del agua. En ella se puede observar como la agricultura de precisión se beneficiará de esta tecnología emergente. Al utilizar modelos predictivos automatizados, con los datos proporcionados por distintos sensores.

ABSTRACT

Within the field of data analysis, machine learning is an emerging technology used to design complex models and algorithms that lend themselves to prediction; Precision agriculture sees new development opportunities in this technology. In this section, we present a compilation of machine learning research applied to agricultural production systems, specifically in water management. In it, you can see how precision agriculture will benefit from this emerging technology. By using automated predictive models, with the data provided by different sensors.

INTRODUCCION

El desarrollo agrícola constituye uno de los medios más importantes para poner fin a la pobreza extrema, impulsar la prosperidad compartida y alimentar a una población cada vez más creciente. La presión sobre el sistema agrícola aumentará con la continua expansión de la población humana que se espera que llegue a 9700 millones de habitantes para el año 2050 ("Agricultura y alimentos", 2020). La agricultura de precisión, también llamada agricultura digital, ha surgido como un nuevo campo científico que utiliza un enfoque intensivo en los datos para impulsar la productividad y minimizar el impacto ambiental. Los datos generados en la agricultura de precisión

son proporcionados por una serie de distintos tipos de sensores que permiten una mejor comprensión de su entorno (tipo de cultivo, ambiente de desarrollo y clima de la región) y actividades de labranza (manejo del cultivo), lo que lleva a una mayor precisión y una mejor toma de decisiones.

El aprendizaje automático (ML: Machine Learning por sus siglas en inglés) ha surgido junto con otras tecnologías como Big Data y Computación de alto rendimiento para crear nuevas oportunidades de desarrollo en los procesos agrícolas utilizando la gran cantidad de datos generados por sensores. Entre otras definiciones, ML se define como el subcampo de las ciencias de la computación y una rama de la inteligencia artificial, cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan que las computadoras aprendan sin necesidad de estar estrictamente programadas (Samuel, A. L., 2020). En este documento, se presenta una revisión integral de la aplicación del ML en la agricultura de precisión, específicamente en el manejo del agua. Se presentan varios artículos relevantes que enfatizan las características claves y únicas de los modelos más utilizados de ML.

MATERIALES Y METODOS

Los artículos revisados están en función del manejo del agua. Los buscadores implementados fueron ScienceDirect y Scopus. Los artículos seleccionados se refieren a trabajos presentados únicamente en revistas.

El agua tiene una importancia fundamental para el desarrollo humano, el medio ambiente y la economía mundial. El acceso al agua y la seguridad hídrica son primordiales para mejorar la seguridad alimentaria, los ingresos y los medios de vida de las comunidades rurales (2020).

Esta sección consta de cuatro estudios que se desarrollaron principalmente para la estimación de la evapotranspiración diaria, semanal o mensual. La estimación precisa de la evapotranspiración es un proceso complejo y de gran importancia para el manejo de recursos en la producción agrícola, así como para el diseño y la gestión operativa de los sistemas de riego. Un estudio (Mehdizadeh, Behmanesh & Khalili, 2017), los autores desarrollaron un modelo computacional para la estimación de la evapotranspiración media mensual para regiones áridas y semiáridas. Utilizando datos climáticos medios mensuales de 44 estaciones meteorológicas para el período 1951-2010. Otro estudio dedicado a las aplicaciones del ML en la gestión del agua agrícola (Feng, Y., *et al, 2017*) , se presentaron dos escenarios para la estimación de la evapotranspiración diaria a partir de los datos de temperatura recopilados de seis estaciones meteorológicas de una región durante el largo período (es decir, 1961-2014). Finalmente, en otro estudio (Patil, AP; Deka, 2016), los autores desarrollaron un método basado en el modelo ELM alimentado con datos de temperatura para la estimación semanal de la evapotranspiración para dos estaciones meteorológicas. El propósito era la estimación precisa de la evapotranspiración semanal en las regiones áridas de la India con base en un escenario de datos limitados para la gestión del agua de los cultivos.

La temperatura diaria del punto de rocío, por otro lado, es un elemento significativo para la identificación de los fenómenos meteorológicos esperados, así como para la estimación de la evapotranspiración y la evaporación. En otro artículo (Mohammadi, K ., *etal, 2015*), se presenta un modelo para la predicción de la temperatura del punto de rocío diario, basado en ML. Los datos meteorológicos se recopilaron de dos estaciones meteorológicas diferentes.

RESULTADOS Y DISCUSION

El número de artículos incluidos en esta revisión fue de cuatro los cuales están relacionados con las aplicaciones de ML en el manejo del agua.

Del análisis de estos artículos, se encontró que el modelo de redes neuronales es el más utilizado para la gestión del agua en particular la estimación de la evapotranspiración, se implementaron dos modelos de ML y los más frecuentemente implementados fueron las redes neuronales.

El análisis de datos, como campo científico maduro, proporciona la base para el desarrollo de numerosas aplicaciones relacionadas con el manejo de cultivos porque, en la mayoría de los casos, las predicciones basadas en ML pueden extraerse sin la necesidad de fusionar datos de otros recursos. Por el contrario, cuando se trata de grabaciones de datos, ocasionalmente a nivel de big data, las implementaciones de ML son menores en número, principalmente debido a los mayores esfuerzos necesarios para la tarea de análisis de datos y no para los modelos de ML.

CONCLUSIONES

Al aplicar el aprendizaje automático a los datos de los sensores, los sistemas de gestión de unidades de producción están evolucionando hacia sistemas de inteligencia artificial reales, proporcionando recomendaciones y conocimiento de patrones más completos para la toma de decisiones y acciones posteriores con el objetivo de alcanzar un máximo rendimiento en la producción. Para lograr los objetivos, en el futuro, se espera que el uso de modelos de ML sea aún más extendido, permitiendo la posibilidad de integrar herramientas aplicables. Esta integración de registro de datos automatizado, análisis de datos, implementación de ML y toma de decisiones o apoyo proporcionará bases prácticas que van en línea con la llamada agricultura basada en el conocimiento para aumentar los niveles de producción y la calidad de los productos.

REFERENCIAS

Agricultura y alimentos. (2020). Retrieved 10 August 2020, from https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview

Feng, Y.; Peng, Y.; Cui, N.; Gong, D.; Zhang, K. Modeling reference evapotranspiration using extreme learning machine and generalized regression neural network only with temperature data. Comput. Electron. Agric. 2017, 136, 71–78.

https://www.ifad.org/documents/38714170/40264252/Scaling+up+note+on+agricultural+water+management_s.pdf/48fdd255-cce7-44de-a4db-

5324b8d19db9#:~:text=La%20gesti%C3%B3n%20del%20agua%20para%20uso%20agr%C3%ADcola%20incluye%20la%20gesti%C3%B3n,de%20la%20pobreza%20en%20el

Mehdizadeh, S.; Behmanesh, J.; Khalili, K. Using MARS, SVM, GEP and empirical equations for estimation of monthly mean reference evapotranspiration. Comput. Electron. Agric. 2017, 139, 103–114.

Mohammadi, K.; Shamshirband, S.; Motamedi, S.; Petković, D.; Hashim, R.; Gocic, M. Extreme learning machine based prediction of daily dew point temperature. Comput. Electron. Agric. 2015, 117, 214–225

Patil, A.P.; Deka, P.C. An extreme learning machine approach for modeling evapotranspiration using extrinsic inputs. Comput. Electron. Agric. 2016, 121, 385–392.

Samuel, A.L. Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. IBM J. Res. Dev. 1959, 44, 206–226.

APTITUD AGROCLIMATICA DE *Sorghum bicolor* L. Moech, BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN MÉXICO

AGROCLIMATIC CONDITIONS FOR GROWIN *Sorghum bicolor* L. Moech, UNDER IRRIGATION CONDITIONS IN MEXICO

[1]Ramírez Jaramillo G, [2] Lozano Contreras M. G., [3]Ramírez Silva J. H.

[1 y 3]Centro de Investigación Regional Sureste, INIFAP. Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130. Mérida Yuc.; [2] Campo Experimental Mocochá, antigua carretera Mocochá-Baca en el Km. 24.5 en Mocochá, Yuc. Autor para correspondencia: ramirez.genovevo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Ante el posible agotamiento de los combustibles fósiles sumado a la demanda creciente de energía, sitúan a los biocombustibles líquidos como una alternativa energética renovable, en el marco de la creciente valoración de combustibles que tengan bajo impacto en la emisión de carbono. El sorgo dulce *Sorghum bicolor* (L) Moench es una buena alternativa ya que presenta diversas ventajas en relación a otras especies vegetales. Ante el interés del Gobierno Mexicano de fomentar los biocombustibles y *S. bicolor* en particular por sus ventajas agronómicas como altos rendimientos, bajos requerimientos de suelo, humedad y nutrientes, alto contenido de azucares fermentables solubles y poder ser procesado en ingenios azucareros, se consideró como principal objetivo el conocer y delimitar espacialmente las áreas óptimas y subóptimas del sorgo dulce en México. La selección se hizo con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) a través de intersecciones y algebra de mapas, teniendo como información inicial, los requerimientos agroecológicos óptimos que requiere el cultivo, por ciclo para desarrollarse bajo condiciones de riego. En el estudio se determinaron que en la República Mexicana se dispone de más de 19 millones de hectárea bajo condiciones de riego.

ABSTRACT

Faced with the possible depletion of fossil fuels and the growing demand for energy; the liquid biofuels are being considered as a renewable energy alternative with low impact on carbon emissions. Sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) is a good alternative as it has several advantages in relation to other plant species. Given the interest of the Mexican Government to promote biofuels and *S. bicolor* in particular, due to its agronomic advantages, it was considered important to carry out this work with the aim to spatially delimit the optimal and suboptimal areas in Mexico. The selection was made using the Geographical Information Systems (GIS) through intersections and map algebra. The database information considered was the crop agro-ecological requirements for optimal production under irrigation conditions. The study quantified more than 19 million hectares with high optimal conditions under irrigation conditions.

INTRODUCCIÓN

Ante el posible agotamiento de los combustibles fósiles sumado a la demanda creciente de energía, sitúan a los biocombustibles líquidos como una alternativa energética renovable, en el marco de la creciente valoración de combustibles que tengan bajo impacto en la emisión de carbono. El sorgo dulce *Sorghum bicolor* (L) Moench es una buena alternativa ya que presenta diversas ventajas en relación a otras especies vegetales.

En México, el gobierno federal promueve la elaboración de biocombustibles sin descuidar la seguridad alimentaria y el aprovechamiento eficiente de la materia prima derivada de las actividades agrícolas, forestales y pecuarias; así como aquella derivada de algas y procesos enzimáticos y biotecnológicos (DOF, 2008). Como parte de una planeación estratégica 2017-2030 de cultivos bioenergéticos se consideraron tres cultivos prioritarios para su fomento en el país: higuerilla *Ricinus communis* y piñon *Jatropha curcas* L., para biodiesel y el sorgo dulce para bioetanol (SAGARPA, 2017). Sin embargo, el sorgo dulce en el país no logra el potencial deseado, esto al considerarse los rendimientos de sorgo como forraje verde logrados en los ciclos P-V y O-I en 2018 en la República Mexicana fueron de 20 y 17 t/ha respectivamente, los cuales son muy bajos al comparar los potenciales que se reportan en sorgo dulce de los materiales evaluados por el Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas Y Pecuarias (INIFAP) en el estado de Tamaulipas, donde la variedad Fortuna se reporta con 99.12 t/ha de biomasa (73.5 t/ha de tallos) en el ciclo P-V 2009 y esta misma variedad en el ciclo O-I 2008-2009 bajo condiciones de riego obtiene 127 t/ha de biomasa (94.7 t/ha de tallos).

Ante este panorama y el interés mostrado por el Gobierno Federal de ampliar la superficie de sorgo dulce en el país y los bajos rendimientos que se tienen actualmente en el país, se consideró necesario determinar en donde existen las mejores aptitudes agroclimáticas para el desarrollo óptimo del cultivo de sorgo dulce.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el área de Potencial Productivo y Tecnologías en las Oficinas del Centro de Investigación Regional Sureste de INIFAP localizado en la Ciudad de Mérida, Yucatán.

La determinación espacial de áreas con potencial productivo de una especie vegetal se puede realizar usando diferentes metodologías, sin embargo, en este caso se hizo basándose en el uso de algebra de mapas, tomando como variables de entrada los requerimientos agroecológicos del cacao. La utilización de Sistemas de Información Geográficos (SIG), como una herramienta orientada al desarrollo y ordenamiento agrario, ha sido un método acertado en la determinación espacial de las zonas óptimas para el desarrollo de un cultivo (Kahsay *et al*., 2018). Por medio de los SIG's, se puede manejar las variables agroecológicas que representan al medio físico en donde se desarrolla una actividad, tales como clima, suelo y recurso hídrico, y partiendo de la variación espacial de estas, definir áreas optimas y sub optimas en donde un cultivo se puede desarrollar adecuadamente.

El principal aporte de estos mapas es facilitar la gestión adecuada de los recursos y de esta manera apoyar a los responsables de las políticas públicas en el ordenamiento y planificación agrícola, partiendo de la identificación de las áreas con potencial para la producción de cultivos, en función de las condiciones locales, agroclimáticas y edáficas, del territorio nacional. Para la determinación de áreas con aptitud agroclimática se consideraron tres

aspectos fundamentales que fueron: determinación de los requerimientos agroecológicos, bases de datos de las variables agroclimáticas y su procesamiento.

Se consideraron varias bases de datos geoespaciales. La información edáfica, fue tomada de la base de Referencia Mundial del Recurso Suelo, conocida por sus siglas en inglés como WRB, publicada por la FAO (2007), en formato vectorial. Los datos climáticos se tomaron de la base de WorldClim versión 2.0, específicamente temperatura y precipitación promedio durante el ciclo del cultivo. El Modelo Digital de Elevación (MDE), se obtuvo del Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI), en formato raster con una resolución de 500 m^2. El mapa de pendiente, cuerpos de agua, manglar, áreas urbanas y rurales de México, así como áreas naturales protegidas, fueron recuperadas del Geoportal del sistema nacional de información para la biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Los procedimientos que se aplicaron sobre la información geográfica en formato vectorial, consistieron básicamente en clasificar los atributos climáticos y edáficos en los rangos agroecológicos establecidos para las condiciones de temporal. Los datos vectoriales son entidades asociadas a cada atributo, y tienen sus propias características espaciales, y la geometría que definen a cada atributo sirve por sí sola para llevar a cabo numerosos análisis, como cortes e intersecciones. Estas operaciones geométricas sobre datos vectoriales consistieron en interceptar las capas edáficas y climáticas, para posteriormente eliminar las áreas que correspondían a manglar, áreas protegidas, y asentamientos urbanos y rurales. Todo el procesamiento y reclasificación de la información se realizó en el software QGIS 3.6.0 Noosa (QGIS Development Team, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de contar con una amplia diversidad de cultivos con potencial para producir biocombustibles, el cultivo más utilizado es el sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench]; debido a sus amplias cualidades como: se puede cultivar en todo el mundo bajo diversas condiciones agroclimáticas, requiere 36 % menos nitrógeno (Ratnavathi et al. 2011) y agua en comparación con la caña de azúcar y maíz y produce más etanol por hectárea por unidad de tiempo (Reddy *et al.* 2005), es tolerante a sequía, salinidad, altas temperaturas (Murray, 2008; Chuck et al., 2011) y suelos inundados (Almodares et al., 2007); es de ciclo de crecimiento corto y presenta amplia adaptación. Sorghum bicolor, es una gramínea de fotosíntesis C4, las cuales forman compuestos de cuatro carbonos, que acumula grandes cantidades de azúcares fermentables en el tallo y de biomasa, posee amplia adaptabilidad y tolera condiciones adversas de producción, además su siembra es factible en áreas no aptas para otros cultivos. Por lo anterior se puede utilizar para la producción de azúcar refinada, alcohol y gasolina, entre otros (Díaz, 2016).

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es uno de los cultivos más antiguos y actualmente uno de los cereales de mayor importancia en el mundo. Puede producirse en todos los continentes, en regiones tropicales, subtropicales y templadas; en tierras de mediana y baja aptitud agrícola, y especialmente apto para regiones con escasa precipitación. El sorgo se puede cultivar en gran parte de la república mexicana, sin embargo, existe una mayor afinidad por establecerse en las costas, especialmente en el golfo de México, en donde los suelos de tipo cambisol y vertisol representan los de mayor ocurrencia. Por otro lado, se puede observar qué en estados como Tamaulipas, y Guanajuato (Cuadro 2), el sorgo se puede producir

satisfactoriamente bajo riego, práctica que se lleva a cabo en la actualidad de manera intensiva.

Las principales variables consideradas para regionalizar la aptitud agroclimática para sorgo dulce bajo condiciones de riego en México fueron: temperatura media anual, altitud, horas luz, tipos de suelo, textura, profundidad, pH y drenaje. En cada una de las variables se planteó un rango óptimo, subóptimo y el no apto, los cuales se presentan en la Cuadro 1.

Cuadro1. Requerimientos agroecológicos de *Sorghum bicolor* (L.) Moench

Criterio	Unidad	Optima	Sub óptima	No Apta
Temperatura Media Anual	°C	25-30	20-25 30-35	Menor de 20 Mayor de 35
Altitud	msnm	0-1000	1000 - 1200	Mayor de 1200
Suelo	Clase	Fluvisoles Regosoles Luvisoles Nitisoles Andosoles Phaeozem Kastañozems	Cambisoles Gleysoles, pendiente >5% Vertisoles, pendiente >5% Calcisoles	Solonchak's Leptosoles Gleysoles, pendiente <5% Vertisoles, pendiente <5% Arenosol
Textura	Tipo	Media	Ligera	Pesada
Profundidad	m	Mayor de 1	1 a 0.5	> de 50
pH	Índice	6 a 7	7.1 a 8.0	< de 5.5 > de 8.0
Horas luz	Horas luz	1000	800	600
Drenaje	Tipo	Bueno	Medio	Deficiente

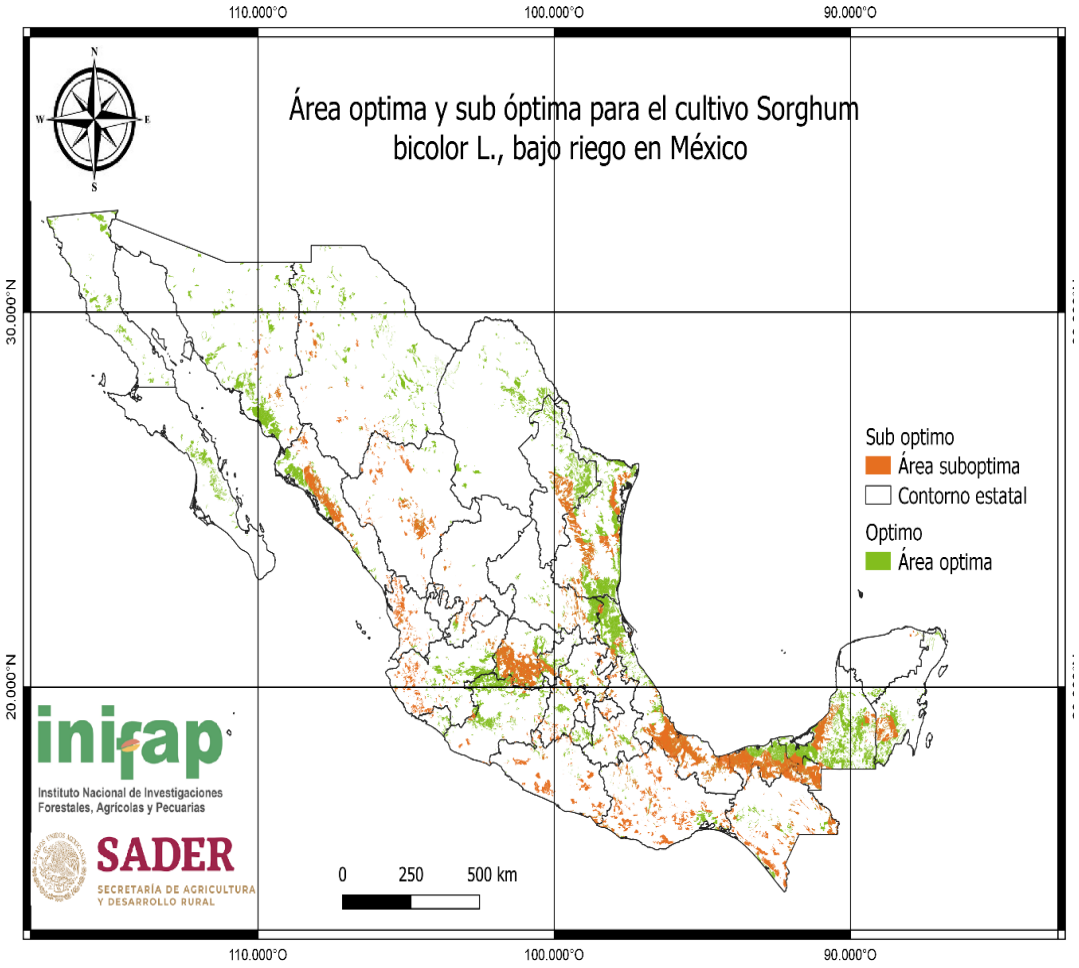


Figura 1. Distribución de las áreas óptima y subóptima en donde se puede desarrollar el ultivo de sorgo, bajo condición de riego, en México.

En base a las variables consideradas en la República Mexicana, los 32 estados presentan condiciones de aptitud agroecológica óptima sobresaliendo los siguientes estados con más de 500 mil hectáreas como se puede apreciar en la Cuadro 2 y su distribución en la Figura 1: Campeche, Chiapas, Chihuahua, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz entre otros. En el caso de la aptitud agroecológica subóptima, solamente tres entidades no cuentan con esta condición y son: Colima, Baja California y Baja California Sur.

Cuadro 2. Áreas optimas y sub óptimas en cada uno de los estados República Mexicana.

Estado	Área optima por estado (ha)	Área sub optima por estado (ha)
Baja California	358,510	0
Baja California Sur	289,440	0
Campeche	2 189,687	673,483
Chiapas	515,826	934,821
Chihuahua	783,518	164,450
Coahuila De Zaragoza	468,205	0
Colima	47,767	14,510
Ciudad de México	985	2,130
Durango	254,036	508,892
Guanajuato	1 211,451	1 030,421
Guerrero	79,529	512,416
Hidalgo	192,174	192,641
Jalisco	596,650	392,350
México	228,639	197,753
Michoacán De Ocampo	935,902	241,645
Morelos	103,467	16,442
Nayarit	36,852	304,429
Nuevo León	956,575	318,339
Oaxaca	346,328	1 174,983
Puebla	191,160	202,616
Querétaro De Arteaga	252,719	173,523
Quintana Roo	622,307	268,560
San Luis Potosí	478,354	188,817
Sinaloa	1 000,633	677,399
Sonora	1 108,679	123,608
Tabasco	1 587,146	1 531,283
Tamaulipas	1 994,243	848,451
Tlaxcala	3,572	49,483
Veracruz de Ignacio De La Llave	2 250,587	1 555,576
Yucatán	55,446	10,200
Zacatecas	70,968	86,844
Total General	**19 211,355**	**12 396,065**

CONCLUSIONES

Existen condiciones agroecológicas óptimas para producir sorgo dulce bajo condiciones de riego y mejorar su productividad en la República mexicana. Los estados con mayores superficies para producir sorgo dulce bajo condiciones de riego son: Veracruz, Campeche, Tamaulipas, Tabasco, Guanajuato, Sonora, Sinaloa, Nuevo León, Michoacán, Chihuahua y Quintana Roo entre los más importantes por su área; no obstante, prácticamente en todos los estados del país es factible producirlo bajo esta condición. El tipo de suelo, la altitud y la temperatura son factores determinantes en la definición de zonas de óptimo y subóptimo potencial en el cultivo de sorgo dulce. Las zonas de alto potencial superan por mucho a la superficie de sorgo en general sembrada actualmente en el país.

REFERENCIAS

Geng, S., Hills, F. J., Johnson, S. S., Sah, R.N. 1989. Potential Yields and On-Farm Ethanol Production Cost of Corn, Sweet Sorghum, Fodder Beet, and Sugar Beet. Journal of Agronomy and Crop Science, 162, 21-29.

Kahsay, A., Mitiku, H., Girmay, G., Muktar, M., 2018. Land Suitability Analysis for Sorghum Crop Production in Northern Semi-arid Ethiopia: Application of GIS-based fuzzy AHP approach, Cogent Food & Agriculture, 4(1), 1-24.

Murray, S.C. 2008. Genetic and Phenotypic Diversity in Sorghum for Improvement as a Biofuel Feedstock. PhD. Thesis, Cornell University, Ithaca, NY, USA. 72.

Ratnavathi, C. V., Kalyana Chakravarthy, S., Komala, V. V., Chavan, U. D., Patil, J. V. 2011. Sweet Sorghum as Feedstock for Biofuel Production: A Review. Sugar Tech, 13(4), 399–407.

Ruiz C., J.A., G. Medina G., I. J. González A., H.E. flores L., G. Ramírez O., C. Ortiz T. y K.F. Byerly M. 2012. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. 389 p.

QGIS Geographic Information System. 2019 Open Source Geospatial Foundation Project.

APTITUD AGROECOLOGICA PARA PRODUCIR CACAO DE TEMPORAL EN TABASCO, MÉXICO

AGROECOLOGICAL APTITUDE FOR GROWIN COCOA UNDER RAINFED CONDITIONS IN TABASCO, MEXICO

[1]Ramírez Jaramillo G, [2]Romo Olán M. J., [3]Lozano Contreras M. G.

[1]Centro de Investigación Regional Sureste, INIFAP. Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130. Mérida Yuc.; [2]Estudiante de Ingeniería en Agrotecnología de la Universidad Politécnica del Golfo de México de Paraíso, Tabasco; [3]Campo Experimental Mocochá, antigua carretera Mocochá-Baca en el Km. 24.5 en Mocochá, Yuc. Autor para correspondencia: ramirez.genovevo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El principal problema del cacao en México es su falta de competitividad entre otras cosas por su baja productividad relacionada con áreas no aptas para el cultivo, plantaciones viejas, con materiales de bajo rendimiento y susceptibles a enfermedades, sin prácticas culturales. El estado de Tabasco posee más del 70 % de las plantaciones del país lo que indica la gran importancia como productor de este frutal. Ante un escenario de fortalecimiento del cultivo y de renovación de cacaotales en Tabasco, es necesario tomar en cuenta la aptitud agroecológica para el cultivo con el fin de saber si existen zonas con alto potencial para su desarrollo. Ante la posibilidad de renovación de plantaciones viejas y poco productivas, así como de nuevas áreas para la producción de cacao en el estado de Tabasco, se consideró necesario identificar las condiciones agroecológicas para localizar las áreas más adecuadas para su producción bajo condiciones de temporal y poder tomar decisiones hacia donde fomentar su cultivo. El software que se utilizó para procesar y analizar la información, fue QGIS en la versión 3.8 Zanzíbar, el cual es un Sistema de Información Geográfica con licencia libre. Se identificaron los requerimientos agroclimáticos óptimos, subóptimos y no aptos para su desarrollo y se determinó que existen más de 174 mil ha de potencial óptimo y más de 32 mil con condición subóptima bajo condiciones de temporal.

ABSTRACT

The main problem of cocoa in Mexico is its lack of competitiveness, among other things due to its low productivity related to areas not suitable for cultivation, old plantations, with low-yield materials and susceptible to diseases, without cultural practices. The state of Tabasco has more than 70% of the country's plantations, which indicates its great importance as a producer of this fruit. Faced with a scenario of strengthening the cultivation and renewal of cocoa plantations in Tabasco, it is necessary to take into account the agroecological aptitude for cultivation in order to know if there are areas with high potential for their development. Given

the possibility of renovating old and not very productive plantations, as well as new areas for cocoa production in the state of Tabasco, it was considered necessary to identify the agroecological conditions to locate the most suitable areas for their production under conditions of rain and power. make decisions about where to promote its cultivation. The software used to process and analyze the information was QGIS in version 3.8 Zanzibar, which is a Geographic Information System with a free license. The optimal, suboptimal and unsuitable agroclimatic requirements for its development were identified and it was determined that there are more than 174 thousand ha of optimal potential and more than 32 thousand with suboptimal condition under rainfed conditions.

INTRODUCCIÓN

Tabasco es una de las 32 entidades federativas de México. Colinda al norte con el Golfo de México, al noreste con el estado de Campeche, al sureste con la República de Guatemala, al oeste con el estado de Veracruz y al sur con Chiapas. La superficie de su territorio ocupa una extensión cercana a los 25 000 km^2, que lo colocan en la vigésimo cuarta posición en la lista de los estados mexicanos ordenados por superficie.

En el estado de Tabasco el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.), en conjunto con la caña de azúcar, plátano y maíz son parte fundamental de la economía agrícola de la entidad. Las plantaciones de cacao ocupan el primer lugar a nivel nacional en cuanto a superficie sembrada con el 70.72 %, seguido de Chiapas con 28.85 % y Guerrero con 0.43. El cultivo de cacao se siembra bajo temporal y bajo riego. El estado de Tabasco está integrado por 17 municipios y en 11 de estos se siembra el cacao. En el 2018 contaba con 81,718 hectáreas y sobresalen en cuanto a superficie sembrada los municipios de: Comalcalco, Cárdenas, Cunduacán y Huimanguillo, los cuales ocupaban el 87 % de la superficie sembrada (SIAP, 2020).

A nivel mundial en 2018, Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria y Camerún concentraban el 79 % de la superficie mundial, seguidos de Brasil, Ecuador, Perú y República Dominicana con el 13 % y el 8 % restante le corresponde a más de 48 países entre los que se encuentra México (FAOSTAT, 2020). El principal problema del cacao en México es su falta de competitividad entre otras cosas por su baja productividad relacionada con áreas no aptas para el cultivo, plantaciones viejas, con materiales de bajo rendimiento y susceptibles a enfermedades, sin prácticas culturales y principalmente con la dependencia del temporal. Ante un escenario de fortalecimiento del cultivo y de renovación de cacaotales en Tabasco, es necesario tomar en cuenta la aptitud agroecológica para el cultivo con el fin de saber si existen zonas con alto potencial para su desarrollo y orientar a dichas regiones los programas de nuevas plantaciones o renovación.

Por la importancia que tiene ubicar las zonas potenciales para el desarrollo del cultivo del cacao en el estado de Tabasco y para México, se planteó el presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el área de Potencial Productivo y Tecnologías en las Oficinas del Centro de Investigación Regional Sureste de INIFAP localizado en la Ciudad de Mérida, Yucatán.

La determinación espacial de áreas con potencial productivo de una especie vegetal se puede realizar usando diferentes metodologías, sin embargo, en este caso se hizo basándose en el uso de algebra de mapas, tomando como variables de entrada los requerimientos agroecológicos del cacao. La utilización de Sistemas de Información Geográficos (SIG), como una herramienta orientada al desarrollo y ordenamiento agrario, ha sido un método acertado en la determinación espacial de las zonas óptimas para el desarrollo de un cultivo (Kahsay *et al*., 2018). Por medio de los SIG's, se puede manejar las variables agroecológicas que representan al medio físico en donde se desarrolla una actividad, tales como clima, suelo y recurso hídrico, y partiendo de la variación espacial de estas, definir áreas optimas y sub optimas en donde un cultivo se puede desarrollar adecuadamente.

El principal aporte de estos mapas es facilitar la gestión adecuada de los recursos y de esta manera apoyar a los responsables de las políticas públicas en el ordenamiento y planificación agrícola, partiendo de la identificación de las áreas con potencial para la producción de cultivos, en función de las condiciones locales, agroclimáticas y edáficas, del territorio nacional.

Para la determinación de áreas con aptitud agroclimática se consideraron tres aspectos fundamentales que fueron: determinación de los requerimientos agroecológicos, bases de datos de las variables agroclimáticas y su procesamiento. Se consideraron varias bases de datos geoespaciales. La información edáfica, fue tomada de la base de Referencia Mundial del Recurso Suelo, conocida por sus siglas en inglés como WRB, publicada por la FAO (2007), en formato vectorial. Los datos climáticos se tomaron de la base de WorldClim versión 2.0, específicamente temperatura y precipitación promedio durante el ciclo del cultivo. El Modelo Digital de Elevación (MDE), se obtuvo del Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI), en formato raster con una resolución de 500 m^2. El mapa de pendiente, cuerpos de agua, manglar, áreas urbanas y rurales de México, así como áreas naturales protegidas, fueron recuperadas del Geoportal del sistema nacional de información para la biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Los procedimientos que se aplicaron sobre la información geográfica en formato vectorial, consistieron básicamente en clasificar los atributos climáticos y edáficos en los rangos agroecológicos establecidos para las condiciones de temporal. Los datos vectoriales son entidades asociadas a cada atributo, y tienen sus propias características espaciales, y la geometría que definen a cada atributo sirve por sí sola para llevar a cabo numerosos análisis, como cortes e intersecciones. Estas operaciones geométricas sobre datos vectoriales consistieron en interceptar las capas edáficas y climáticas, para posteriormente eliminar las áreas que correspondían a manglar, áreas protegidas, y asentamientos urbanos y rurales. Todo el procesamiento y reclasificación de la información se realizó en el software QGIS 3.6.0 Noosa (QGIS Development Team, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento, desarrollo y producción del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones de clima y suelo de la zona donde se cultiva. Es por ello que los factores climáticos influyen en la producción de una plantación; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo por ser una planta perenne y que su periodo vegetativo como: la época de floración, brotes, fructificación y cosecha están regulados por los factores medioambientales.

La práctica del cultivo bajo sombra influye significativamente en el microclima de la plantación, principalmente en la radiación solar, viento y la humedad relativa, sin dejar de lado los factores del suelo, como la nutrición mineral, incidencia de plagas y enfermedades que influyen en el crecimiento y desarrollo que se debe considerar en forma integral.La información agroecológica fue integrada en base a diferentes fuentes bibliográficas (Ruíz *et al*, 2012; FAO Ecocrop, 2017; Kahsay, 2018). Por otro lado, también se tomó en consideración la experiencia de algunos expertos en el cultivo. En el Cuadro 1 se presentan los principales requerimientos agroecológicos para cacao.

Respecto a los criterios de regionalización del Mapa de Áreas Potenciales de Producción de Cacao (Figura 1), se clasificaron las Zonas de Potencial Óptimo (ZPO) y Zonas de Potencial Subóptimo (ZPS). Las ZPO son aquellas en donde interaccionan todas las variables agroclimáticas en su condición óptima para que el cultivo se desarrolle en condiciones competitivas y son más de 174 mil hectáreas (Figura 2); las ZPS son aquellas en donde alguna de las variables agroclimáticas presenta alguna condición Subóptima para que el cultivo se desarrolle con las menores limitantes posibles. Teniendo en cuenta los requerimientos agroecológicos, tales como: precipitación, temperatura, altitud y tipos de suelo, los cuales posteriormente se colocaron dentro de las zonas agrícolas del estado de Tabasco, obteniendo

como resultado las zonas potenciales para cacao en los municipios de Comalcalco, Cunduacán, Cárdenas, Huimanguillo, Jalpa de Méndez y Paraíso como los principales, en menor cantidad existen zonas de alto potencial en Nacajuca, Centro, Teapa, Jonuta, Emiliano, Zapata, Balancán y Tenosique.

Cuadro 1. Requerimientos agroecológicos de Cacao (*Theobroma cacao* L.).

Criterio	Unidad	Condición		
		Óptima	**Subóptima**	**No apta**
Temperatura Media Anual	º C	25 a 32	20 a 25 32 a 35	Menor de 20 Mayor de 35
Altitud	m	0 a 1,000	1,000 a 1,400	Mayor de 1,400
Precipitación Media Anual	mm	1,400 a 2,500	1,000 a 1,400 2,500 a 3,000	Menor de 1, 000 Mayor de 3,000
Suelo	Tipo	Vertisoles Gleysoles Fluvisoles Luvisoles	Andosoles Cambisoles Regosoles	Solonchak's Arenosoles Leptosoles
Textura del suelo	Tipo	Media	Media y Ligera	Ligera y Pesada
Profundidad del suelo	cm	100	50 a 100	Menor de 50
pH del suelo	Indicador	6.5 a 7. 5	5.5 a 6.5 7.5 a 8.0	Menor de 5. 5 Mayor de 8.0
Drenaje	Tipo	Bueno	Bueno	Deficiente

Fuente: Elaborado por los autores en base a la información revisada

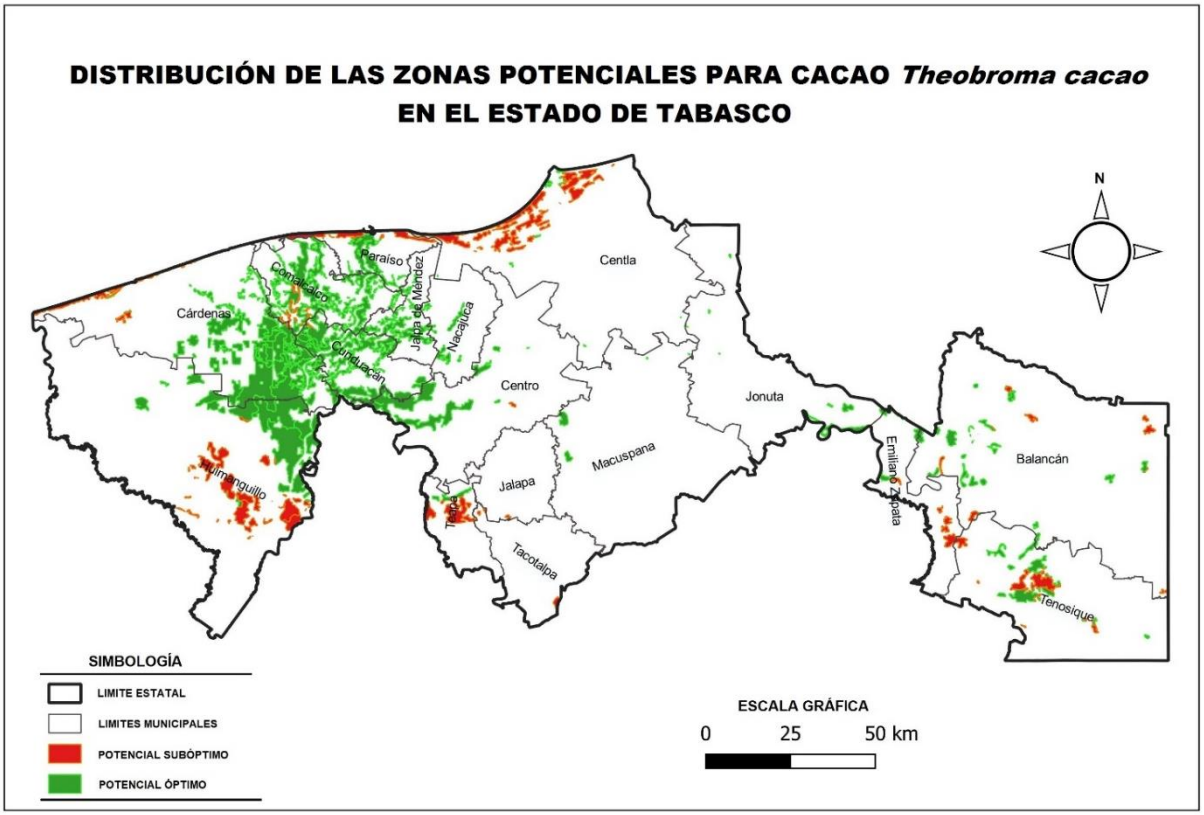


Figura 1. Distribución de las áreas potenciales para el cultivo de cacao de temporal.

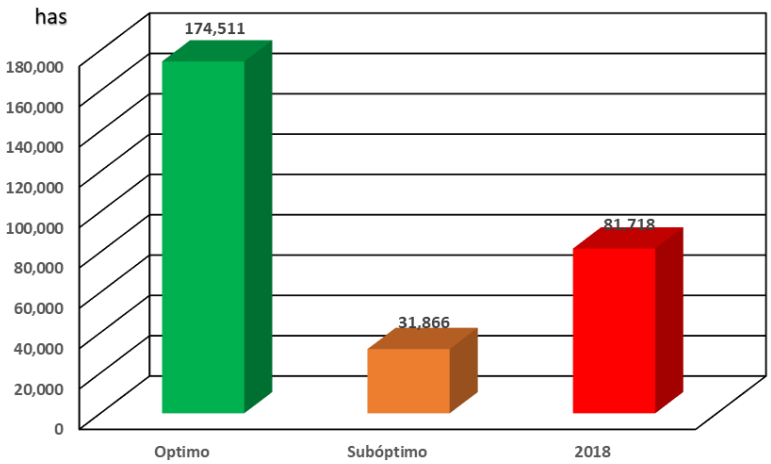


Figura 2. Superficie Actual y Potencial en Hectáreas para cacao de temporal en Tabasco.

CONCLUSIONES

Existen condiciones agroecológicas óptimas para producir cacao de temporal y mejorar su productividad en Tabasco, México. Las zonas más apropiadas para producir cacao de temporal se localizan principalmente en los municipios de: Cárdenas, Huimanguillo, Comalcalco y Cunduacán; en menor proporción se cuenta con zonas de alto potencial en Nacajuca, Jalpa de Méndez, Centro, Paraíso, Teapa, Balancán y Tenosique. El tipo de suelo, relieve y la precipitación son factores determinantes en la definición de zonas de óptimo y subóptimo potencial de cacao bajo condiciones de temporal. Los rendimientos para producir cacao en el estado de Tabasco bajo condiciones temporal, son factibles de mejorar si se ubican las zonas productivas en las regiones de alto potencial y se aplica la tecnología generada actualmente por las instituciones de investigación.

REFERENCIAS

FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. United Nations Food and Agriculture Organization (FAO). Rome, Italy.

Kahsay, A., Mitiku, H., Girmay, G., Muktar, M., 2018. Land Suitability Analysis for Sorghum Crop Production in Northern Semi-arid Ethiopia: Application of GIS-based fuzzy AHP approach, *Cogent Food & Agriculture*, 4(1), 1-24.

Ruiz C., J.A., G. Medina G., I. J. González A., H.E. flores L., G. Ramírez O., C. Ortiz T. y K.F. Byerly M. 2012. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. 389 p.

QGIS Geographic Information System. 2019 Open Source Geospatial Foundation Project.

http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Statistics Division. Rome, Italia.

https://www.gob.mx/siap. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Estadísticas de Cacao a nivel municipal. Consultado en marzo 11 de 2020.

ASOCIACIÓN DEL CONTENIDO DE NITRÓGENO CON MEDICIONES SPAD DEL CULTIVO DEL MAÍZ (*Zea maiz*) EN LA COMARCA LAGUNERA

ASSOCIATION OF NITROGEN CONTENT WITH SPAD MEASUREMENTS OF CORN (*Zea maiz*) IN THE LAGUNERA REGION

López-Calderón, Magali Jeaneth[1]; Estrada-Ávalos, Juan[2]; Martínez-Sifuentes, Aldo Rafael[2]; Sánchez-Duarte, Juan Isidro[3]; Granados-Niño, Jorge Alberto[3]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED, ejido Venecia, Gómez Palacio, Dgo., carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, km 35.
[2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA; INIFAP). Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo., México.
[3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agricolas y Pecuarias 27440, Blvd Jose Santos Valdez No.1200, Matamoros, Coahuila
e-amail: magali.lopezcalderon@gmail.com

RESUMEN

La necesidad de incrementar el rendimiento en el cultivo del maíz requiere utilizar herramientas más rápidas y menos costosas. El nitrógeno es el elemento esencial que requiere en mayor cantidad el cultivo del maíz. Existe una buena correlación entre la intensidad del verde con la concentración de nitrógeno en la hoja por lo que la utilización de medidores portátiles que se basan en la intensidad del verde de las hojas para la estimación del contenido de nitrógeno en la planta como el SPAD son una buena opción. El objetivo del presente estudio fue correlacionar los valores obtenidos mediante el medidor SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development) en el cultivo del maíz y el nitrógeno total, para después obtener el modelo de transferencia. El estudio se realizó en un predio conocido localmente como Granada, localizado en la Comarca Lagunera de Matamoros, Coah., México. Se recolectaron muestras de planta y valores SPAD en 6 fechas, para posteriormente cuantificar el contenido de nitrógeno de estas muestras en laboratorio. Se obtuvo una buena correlación entre el contenido de nitrógeno en planta y los datos de unidades SPAD (r = 0.77). Por lo anterior el uso de este modelo se recomienda *bajo las condiciones ambientales en que se realizó el estudio.*

ABSTRACT

The need to increase the yield in corn crops requires the use of faster and less expensive tools. Nitrogen is the essential element that corn requires in greater quantity. There is a good correlation between the intensity of the green with the nitrogen concentration in the leaf, so the use of portable devices based on the intensity of the green of the leaves to estimate the nitrogen content in the plant such as SPAD are a good choice. The objective of this study was

to correlate the values obtained by the SPAD-502 in the corn crop and the total nitrogen, to obtain transfer model. The study was developed in a property known as Granada, located in the Comarca Lagunera of Matamoros in the state of Coahuila, Mexico. Plant samples and SPAD values were collected on 6 dates, to quantify the nitrogen content of samples in the laboratory. A good correlation was obtained between the nitrogen content in the plant and the data of SPAD units (r = 0.77). Therefore, the use of this model is recommended under the environmental conditions in which the study was developed.

INTRODUCCIÓN

La comarca lagunera ocupa el primer lugar en ganado de leche y de engorda, por lo que la necesidad de incrementar el rendimiento en cultivos forrajeros para su alimentación es de gran importancia. El maíz ocupa el primer lugar en superficie, seguido de la alfalfa y del sorgo. La Superficie cosechada de maíz en la comarca lagunera para el 2016 fue de 63 993.57 ha, con una producción de 2 321 884.25 ton en verde (SIAP, 2018), siendo insuficiente para las necesidades de alimentación, por lo que los productores tienen que optar por importar forraje de otros estados.

El nitrógeno (N) es el elemento esencial que requiere en mayor cantidad el cultivo del maíz. Por lo que la aplicación en el lugar, momento y cantidad adecuada de este elemento es de vital importancia para obtener cultivos de alto rendimiento y buena calidad. Puesto que el N es un elemento clave en la molécula de la clorofila y en las enzimas necesarias para la fotosíntesis, la escasez de N en las plantas dará como resultado una fotosíntesis no óptima (Clevers y Gitelson, 2013). La deficiencia de nitrógeno en los cultivos se expresa en una capacidad fotosintética reducida y en hojas verdes más claras (clorosis) (Basso *et al.,* 2016). La clorosis es el resultado de un incremento de la reflectancia del espectro visible y de una absorbancia decreciente de la luz visible por la clorofila (Cruz *et al.,* 2011). Se han desarrollado técnicas que se basan en la intensidad del verde de las hojas para la estimación del contenido de nitrógeno en la planta, debido a que existe una buena correlación entre la intensidad del verde con la concentración de nitrógeno en la hoja (Cunha *et al*., 2015).

Los medidores portátiles como el SPAD-502 son una alternativa para estimar el contenido de nitrógeno (Gomara, 2012; Mendoza *et al*., 2006). Esta herramienta sustituye el método tradicional que consiste en realizar un análisis químico de los tejidos vegetales el cual resulta ser lento, laborioso y costoso (Tan *et al.,* 2018, Abdel-Rahman *et al.,* 2013). El SPAD-502 está directamente relacionado con el contenido de clorofila en las hojas de la planta, ya que se basa en el verdor de las mismas. Este medidor evalúa cuantitativamente el contenido de clorofila de la hoja, cuantificando la luz transmitida a 650 nm, donde ocurre absorción de luz

por la molécula de la clorofila y a 940 nm, donde no ocurre absorción (Cunha *et al*., 2015; Castillo y Adolfo, 2010). No obstante, la capacidad de predicción del nitrógeno con el SPAD puede ser afectada por factores como el tipo de cultivo, las condiciones ambientales, la etapa de crecimiento de las plantas, las enfermedades y las plagas (Aventín, 2017).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la relación entre los valores de la lectura del SPAD -502 (Soil Plant Analysis Development) durante el desarrollo del cultivo del maíz con el nitrógeno total y obtener la ecuación de regresión correspondiente.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en un predio de uso agrícola durante el ciclo de producción 2017. El predio es conocido localmente como Granada, y se localiza en la Comarca Lagunera de Matamoros, Coah., México (Figura 1). La Comarca Lagunera está entre 101° 41' y 104° 61' O, y 24° 59' y 26° 53' N; tiene una superficie de 47 887 km2 con una altitud media de 1100 msnm, con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localiza el área agrícola. Su clima es seco desértico, con lluvias en verano e invierno fresco, la precipitación pluvial media anual es 258 mm y la evaporación media anual es 2000 mm, por lo cual la relación precipitación-evaporación es 1:10; la temperatura media anual es 21 °C con máxima de 33.7 °C y mínima 7.5 °C.

Figura 1.- Localización del sitio de estudio.

El ciclo de producción fue durante verano. La siembra se realizó en seco, a una densidad de siembra de 8 semillas por metro lineal, para tener una densidad de 103,000 semillas/ha;

utilizando métodos convencionales de labranza que incluyeron: barbecho, pase de rastra, bordeo y nivelación de 2 cm a cada 100 m. El aporte de fertilizantes se dosificó en 2 fechas: la primera fue al momento de la siembra con 250 kg de mezcla física a razón de 42% de Sulfato de Amonio, 42% fosfato monoamónico (MAP) y 16% de Rhizogen; un fertilizante que estimula el crecimiento radicular y vegetativo. La segunda dosis de fertilización se realizó después del primer riego de auxilio aplicándose 400 kg de Urea. El manejo del cultivo incluyó 5 riegos con una lámina de riego total aproximada de 750 mm. La cosecha se efectuó a los 117 días después de la siembra, cuando el cultivo llego al 32% de materia seca.

El cultivo con el cual se trabajó es el híbrido de maíz Pioneer P3201. Este material se recomienda para ciclo intermedio-precoz de 80-95 días a floración y 180-185 días a cosecha. Algunas de sus fortalezas son: excelente contenido nutricional para la producción de leche, alta sanidad de grano y tolerancia al acame por su área radicular (Agricenter, comunicación personal). El área experimental fue de 60.4 ha. Durante el ciclo del cultivo se tomaron un total de 40 muestras. El muestreo de campo se estableció a los 33, 57, 62, 72, 82 y 105 Días Después de la Siembra (DDS). Se recolectaron muestras de planta y de suelo para su posterior análisis en Laboratorio. Para planta se realizó una muestra compuesta de 3 plantas por parcela hasta antes de floración, después, de 10 plantas se tomaba la hoja opuesta a la mazorca y se realizaba la muestra compuesta por parcela. Para suelo se realizó una muestra compuesta tomando 3 muestras de suelo por parcela. Se realizaron mediciones con el SPAD-502 (Minolta Corp, Japan), donde se tomaron 20 lecturas por parcela. Siendo cada medición en la hoja más joven completamente expandida, en la parte media entre la base y el ápice, a la mitad entre la nervadura central y el borde de la hoja.

En muestras de planta se determinó el nitrógeno total conforme al método de Dumas que consiste en la transformación de todas las formas de nitrógeno en N gaseoso por calcinación; su determinación es por conductividad térmica (Sweeney y Rexroad, 1987). El método Dumas tiene la ventaja de ser fácil de utilizar y estar automatizado. También es considerablemente más rápido que el método Kjeldahl y determina el nitrógeno total, incluidas las fracciones inorgánicas como el nitrito y el nitrato, y el método Kjeldahl solo el nitrógeno orgánico y el amonio. El análisis de muestras de suelo se hizo conforme la NOM-021-SEMARNAT-2000, los resultados se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Valores promedio del análisis del suelo durante el desarrollo del cultivo

Días después de siembra	NO_3-NH_4 mg/kg	M.O. %	P_2O_5 mg/kg	Humedad %
33	23.78	2.62	22.71	12.53
57	25.48	1.21	17.41	15.42
62	28.87	2.55	38.93	17.33
72	32.27	1.48	25.33	20.11
82	23.87	1.41	24.09	19.06
105	20.88	1.14	17.90	16.86

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores de unidades SPAD durante el desarrollo del cultivo estuvieron en un rango de 21.9 a 56.3. Los valores más altos se encontraron a los 57 dds y los más bajos se obtuvieron en la última fecha de muestreo, a los 105 dds. Los valores disminuyeron a partir de los 72 días, esto probablemente se debe a que la planta estaba iniciando su proceso reproductivo y tiene que translocar el nitrógeno de la hoja al fruto. Por lo anterior el verdor de las hojas disminuye al igual que los valores SPAD (Tabla 2). Resultados similares fueron encontrados por Cunha et al. (2015), quienes identificaron el periodo de mayor necesidad de Nt entre los 63 y 105 dds, periodo en se lleva a cabo la redistribución de N de las hojas de la planta para la formación de los botones florales. En el Cuadro 2 se puede observar como los valores de Nitrógeno son proporcionales a las unidades SPAD. A los 33 dds se presenta el valor más alto de con 3.26 %, y el valor más alto de unidades SPAD con 43.6. Por otro lado a los 105 dds se observa el valor más bajo de nitrógeno con 2.41% y el valor más bajo de unidades SPAD con 24.4.

Cuadro 2.- Valores promedio de unidades SPAD y el contenido de Nitrógeno en planta.

Días después de siembra	Unidades SPAD	% Nt
33	43.60	3.26
57	46.30	3.13
62	43.90	2.88
72	39.05	3.03
82	39.46	2.90
105	24.40	2.41

La concentración de nitrógeno aumentó conforme aumentaron las unidades SPAD, encontrando una buena correlación (r=0.77). Donde El modelo de regresión nos explica el 59% de la variabilidad total de las observaciones (r^2=0.59). Lo anterior nos indica que se pueden utilizar las lecturas del SPAD para determinar la concentración de nitrógeno de una manera no destructiva, sustituyendo al método tradicional. Otros estudios han encontrado buena relación entre la concentración de nitrógeno y las lecturas SPAD (González *et al*., 2009; Cunha *et al*., 2015; Castillo *et al*., 2010)

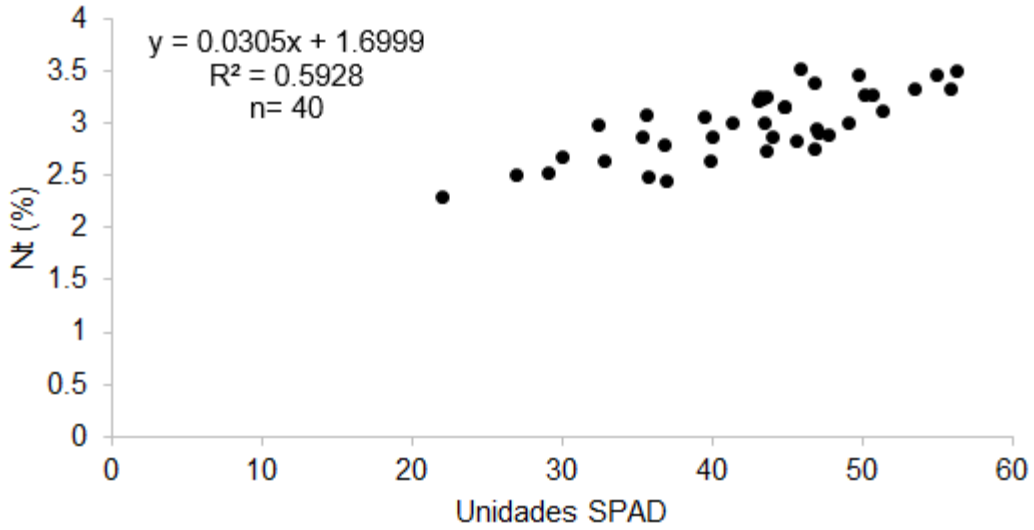


Figura 2. Coeficiente de regresión entre unidades SPAD y el contenido de Nt (p<0.05).

CONCLUSIONES

Se concluye que el uso del SPAD es una buena herramienta para estimar el contenido de Nitrógeno en el cultivo del maíz, minimizando los costos y el tiempo en el procesamiento de la muestra. En el presente estudio y bajo las condiciones ambientales de la región se obtuvo una buena correlación entre el N total determinado por el método de Dumas y el medidor de clorofila Minolta SPAD-502 (r=0.77). Donde El modelo de regresión nos explica el 59% de la variabilidad total de las observaciones (r^2=0.59). Sin embargo, para usarse en otras regiones es necesario calibrar la regresión obtenida, ya que según la bibliografía existe variación en las mediciones SPAD en diferentes condiciones ambientales.

REFERENCIAS

Abdel-Rahman, E. M., Ahmed, F. B., & Ismail, R. (2013). Random forest regression and spectral band selection for estimating sugarcane leaf nitrogen concentration using EO-1 Hyperion hyperspectral data. International Journal of Remote Sensing, 34(2), 712–728. doi:10.1080/01431161.2012.713142

Aventín, P. C. (2017). "Utilización de sensores multiespectrales e hyperespectrales embarcados en RPAS con el objetivo de dosificar abonos en cultivos". Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya Barcelonatech.

Basso, B., Fiorentino, C., Cammarano, D., & Schulthess, U. (2015). Variable rate nitrogen fertilizer response in wheat using remote sensing. Precision Agriculture, 17(2), 168–182. doi:10.1007/s11119-015-9414-9

Castillo, R., & Adolfo, G. (2010). Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila , en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano. Corpoica. Ciencia Y Tecnología, 11, 8.

Clevers, J. G. P. W., & Gitelson, A. A. (2013). Remote estimation of crop and grass chlorophyll and nitrogen content using red-edge bands on Sentinel-2 and -3. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 23, 344–351. doi:10.1016/j.jag.2012.10.008

Cruz Durán, J. A. d. l., Sánchez García, P., Galvis Spínola, A., & Carrillo Salazar, J. A. (2011). Índices espectrales en pimiento para el diagnóstico nutrimental de nitrógeno. Terra Latinoamericana, 29(3), 259-265. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792011000300259

Cunha ARd, Katz I, Sousa ADP, Martinez RA (2015). Índice SPAD en el crecimiento y desarrollo de plantas de lisianthus en función de diferentes dosis de nitrógeno en ambiente protegido. Idesia (Arica) 33:97-105.

Gomara González, N. (2012).Asociación del rendimiento y contenido de proteína con mediciones spad en los estados de primer nudo y embuche en trigo candeal. Disponible en http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112222

González, T. A.; Figueroa, V. U.; Delgado, J.; Hernández, N. G.; Cueto, W. J.; Preciado, R. P. y Palomo, G. A. 2009. Calibración del SPAD-502 para evaluar requerimientos de nitrógeno en maíz forrajero. Terra Latinoam. 27(1):303-309.

Mendoza-Elos, Mariano, Mosqueda-Villagómez, Carlos, Rangel-Lucio, José Antonio, López-Benítez, Alfonso, Rodríguez-Herrera, Sergio Alfredo, Latournerie-Moreno, Luis, & Moreno-Martinez, Ernesto. (2006). Densidad de población y fertilización nitrogenada en la clorofila, materia seca y rendimiento de maíz normal y QPM. *Agricultura técnica en México*, *32*(1), 89-99. Recuperado en 14 de agosto de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172006000100009&lng=es&tlng=es.

NOM–021–RECNAT–2000 (Norma Oficial Mexicana). 2000. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 73 p.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Producción agrícola. Anuario estadístico de la producción agrícola.

Sweeney, R. A., and Rexroad, P.R. (1987). Comparison of LECO FP-228 'Nitrogen Determinator' with AOAC copper catalyst Kjedahl method for crude protein. J. AOAC. 70:1028-1030. https://academic.oup.com/jaoac/article-abstract/70/6/1028/5699456 by guest on 02 March 2020

Tan, C., Du, Y., Zhou, J., Wang, D., Luo, M., Zhang, Y., & Guo, W. (2018). Analysis of Different Hyperspectral Variables for Diagnosing Leaf Nitrogen Accumulation in Wheat. Frontiers in Plant Science, 9. doi:10.3389/fpls.2018.00674

APLICACIÓN DE CALCIO Y ÁCIDO POLIHIDROXICARBOXÍLICO PARA EL MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DEL SUELO, PARA LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TOMATE (Licopersicum sculentum mill)

APPLICATION OF CALCIUM AND POLYHYDROXICARBOXYL ACID FOR THE IMPROVEMENT OF SOIL PROPERTIES, FOR THE GERMINATION OF TOMATO SEEDS (Licopersicum sculentum Mill)

Piña-Ramírez, Francisco Javier[*1]; Soto-Parra, Juan Manuel[1]; García- Muñoz, Silvia Amanda[1]; Leyva-Chávez, Arwell Nathán[1]; Ortega-Rodríguez, Anabel[1]

[1]Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua. México. Campus Universitario 1. Chihuahua, Chih. México. C.P. 31000.

Correo-e fpinar615@hotmail.com ([*]Autor para correspondencia)

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar las aplicaciones de promesol calcio en las propiedades de los sustratos así como la germinación de las semillas de tomate. En México, la salinidad de los suelos se encuentra en el Norte, fundamentalmente en las regiones áridas y semiáridas. El sustrato utilizado para la presente investigación fue la combinación de arena la cual tenía una C.E de 2.0 dS m^{-1}, mientras que el suelo de ciénaga contenía una conductividad eléctrica de 9.6 dS m^{-1}, contenido de sodio de 38,938 ppm, potasio 2,425 ppm, calcio 5,325 ppm, magnesio 437.5 ppm; se realizaron distintas combinaciones de suelo y arena 3:1 con una conductividad eléctrica (CE) igual o mayor a 4 dS m^{-1}. La semilla de tomate (*Licopersicum esculentum* Mill) utilizada fue la variedad Brillante, el cual es de crecimiento indeterminado. Al aumentar la dosis de promesol calcio en el suelo mejora las diferentes propiedades, permitiendo una mejor oxigenación y una mayor imbibición de agua por la semilla y siendo posible la mejor germinación de la semilla de tomate.

***Palabras clave*: Promesol calcio, Conductividad eléctrica, Conductividad hidráulica**

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the applications of promesol calcium in the properties of the substrates as well as the germination of tomato seeds. In Mexico, the salinity of soils is found in the North, mainly in arid and semi-arid regions. The substrate used for the present investigation was the combination of sand which had an EC of 2.0 dS m-1, while the swamp soil contained an electrical conductivity of 9.6 dS m-1, sodium content of 38,938 ppm, potassium 2,425 ppm, calcium 5.325 ppm, magnesium 437.5 ppm; Different combinations of

soil and sand 3: 1 were made with an electrical conductivity (EC) equal to or greater than 4 dS m-1. The tomato seed (Licopersicum esculentum Mill) used was the Brilliant variety, which is of indeterminate growth. By increasing the dose of promesol calcium in the soil, it improves the different properties, allowing better oxygenation and greater imbibition of water by the seed and the best germination of the tomato seed being possible.

Keywords: Promesol calcium, Electrical conductivity, Hydraulic conductivity

INTRODUCCIÓN

En México en el año 2019, la superficie cosechada fue de 23 mil 284 ha^{-1}, mientras que en el ciclo 2018 fue de 23 mil 656 ha^{-1}, lo que represento una disminución de 1.6 % (372 ha^{-1} (SIAP, 2020).

La salinidad en los suelos es uno de los mayores factores que limitan el desarrollo de los cultivos agrícolas (Benzarti *et al*., 2012). Se estima que más de 800 millones de hectáreas a nivel mundial están afectadas por la salinidad, de las cuales, el 2 % se ve afectado por salinización secundaria en diversos grados (Munns y Tester, 2008). En México, el 10 % del área irrigada tiene problemas de salinidad y un 64 % de estas se localizan en la parte norte del país (Umali, 1993).

La salinidad del suelo se encuentra fundamentalmente en las regiones áridas y semiáridas a nivel mundial, esto se debe al desequilibrio entre la evapotranspiración y la precipitación de lluvia en dichas zonas climáticas. A nivel mundial, la salinidad ha afectado cerca del 10 % de los suelos, como también ha aumentado la contaminación de los suelos con metales pesados potencialmente tóxicos (Szabolcs, 1994; Khalid, *et al*., 2017, pp. 247). La salinidad es el mayor factor limitante para la expansión de la frontera agrícola en el noroeste de México (Ashraf *et al*., 2008).

Existen otras actividades realizadas por el ser humano en la agricultura que están provocando suelos salinos como son: empleo de fertilizantes, uso de agua de mala calidad así como el uso de grandes volúmenes de agua para el control de heladas en ciertos cultivos, estiércoles con alto contenido de sales, mal drenaje en los suelos calcáreos; la falta de escorrentía causa que dichas sales no se laven, sino que por el contrario se fijen más fuertemente en el agregado (Mauiro, 2014). Este tipo de salinidad fruto de la acción del hombre como salinidad secundaria (Guida *et al*., 2016)

La siembra de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en suelos salinos y alcalinos provocan una mala germinación, así como una disminución de crecimiento de las plantas. El contenido total de sales, es cuantificado en el extracto de saturación del suelo y expresadas como conductividad eléctrica (CE) de 2.5 dS/m (Chinnusamy *et al.,* 2005).

Existen métodos físicos, químicos y biológicos para recuperar los suelos afectados por sales, entre los que destacan la adición de abonos orgánicos que mejoran la estructura y permeabilidad del suelo, el uso de enmiendas químicas basadas en el empleo de sales cálcicas de alta solubilidad que intercambian el sodio por calcio y la aplicación de ácidos o

sustancias formadoras de éstos (Tejada *et al.,* 2006; Aceves. 2011). El promesol calcio, es un acondicionador de suelos que genera una buena estructura física favoreciendo el desarrollo de la raíz y las condiciones de humedad y aireación, auxiliando en la protección de los cultivos contra el estrés salino. Una parte de los oligómeros provenientes de ECCA Carboxy contenidos en la formulación de Promesol Ca atrae partículas del suelo formando agregados que genera un buen balance de macro y micro poros, haciendo un suelo esponjoso de fácil manejo y la otra parte de los oligómeros facilita el aporte de calcio a las membranas de las células de la raíz y protegiéndolas del estrés causadas por la salinidad (Innovak, 2016). El objetivo del presente estudio fue evaluar las aplicaciones de promesol calcio en las propiedades de los sustratos así como la germinación de las semillas de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, de la Universidad Autónoma de Chihuahua. El invernadero esta medianamente tecnificado, consta con un área de 760 m^2, equipado con cortina húmeda, extractores, calefacción, sistema de riego por goteo.

La semilla de tomate utilizada fue la variedad Brillante, la cual es de crecimiento indeterminado. La semilla se sembró en un sustrato preparado con la combinación de arena la cual tenía una conductividad eléctrica (CE) de 2.0 dS m^{-1}, mientras que el suelo de ciénaga con una CE de 9.6 dS m^{-1}, y un contenido de sodio de 38,938 ppm, potasio 2,425 ppm, calcio 5,325 ppm, magnesio 437.5 ppm; se realizaron distintas combinaciones de suelo y arena 3:1 con una conductividad eléctrica (CE) igual o mayor a 4 dS m^{-1}. Las bolsas fueron colocadas a doble hilera con una distancia de 50 cm, con una distancia entre plantas de 24 cm, separadas por una calle de 90 cm, el volumen de sustrato por cada bolsa fue de 10 kg.

El sistema de riego utilizado fue por goteo aplicándole un riego diario, cada riego con la solución nutritiva Cuadro 1, ajustándose para 600 L de agua.

Cuadro 1. Concentración de la solución nutritiva

Nutriente	mg/L
N	305.0
P	54.0
K	496.0
Ca	164.0
Mg	54.0
SO_4	72.0
Fe	2.00
Mn	0.59

Zn	0.72
B	0.35
Cu	0.05
Mo	0.05

Durante los primeros 15 días se rego con la solución nutritiva 10 minutos, de la tercera a la cuarta semana se rego por 30 minutos, la quinta y sexta 45 minutos, a partir de la séptima semana se regó 60 minutos diarios. Los sábados y domingos solamente se aplicó agua, de 40 a 60 minutos diarios hasta que el sustrato estuviera bien mojado.

La primera aplicación de Promesol Ca se realizó antes de la siembra de la semilla, a los 30 días después de la primera aplicación se aplico la 2^{da}, y a los 60 días después de la primera se aplico la 3^{ra}.

El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, a su vez cada repetición constó de cuatro macetas, el área cubierta por la cuatro macetas fue de 0.68 m^2, el área total del experimento fue de 10.88 m^2. Los tratamientos fueron: 1) Testigo, 2) Promesol Ca 10 L ha^{-1} (1.0 ml L^{-1} agua), 3) Promesol Ca 15 L ha^{-1} (1.5 ml L^{-1} agua), 4) Promesol Ca 20 L ha^{-1} (2.0 ml L^{-1} agua)

Se realizó un análisis de varianza para un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, cada repetición a su vez constó de 4 macetas. Para cada una de las variables de respuesta, las medias de tratamiento se separaron por la prueba de rango múltiple t-Student ($\alpha < 0.05$), ya que esta prueba de rango múltiple se considera más apropiada para detectar diferencias estadísticas entre tratamientos una vez que el análisis de varianza indica diferencias significativas entre tratamientos.

Las variables evaluadas fueron: número de semillas germinadas, pH, Conductividad eléctrica (CE) y Conductividad hidráulica (CH). El estudio comprendió desde siembra de semillas hasta sacado de plantas con una duración de 102 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2, nos indica que las aplicaciones de promesol calcio mejoraron la conductividad eléctrica (CE) y la conductividad hidráulica, lo cual nos indica que los tratamientos con promesol calcio disminuyeron la cantidad de sal y mejoraron la penetración del agua en el suelo. Mientras que el pH, aumento con las aplicaciones del promesol calcio, esto tal vez se debió a la cantidad de calcio presente en el mejorador de suelo.

Cuadro 2. Características de las propiedades de salinidad y físicas de suelo. 22 de octubre (107 DDS)

Tratamientos	Dosis ml / L agua	pH	Conductividad eléctrica[1]	Conductividad hidráulica[2]
Testigo	0.0	7.59 b[3]	2.45 a	40.5 b
Promesol Ca	1.0	7.60 b	1.78 b	42.0 b
Promesol Ca	1.5	7.69 ab	1.68 b	50.8 ab
Promesol Ca	2.0	7.80 a	1.75 b	57.3 a
DMS[3]		0.17	0.64	13.07
μ[4]		7.67	1.91	47.60
CV[5]		1.39	21.01	17.16

[1]dS m^{-1}. [2]cm h^{-1}.[3]Letras distintas son estadísticamente diferentes (t-Student, $\alpha < 0.05$), [3]Diferencia mínima significativa, [4]media general, [5]Coeficiente de variación, DDS días después de siembra.

El tratamiento con una dosis de promesol calcio de 1.5 ml/L agua disminuyo la conductividad eléctrica hasta 1.68 dS m^{-1} con respecto al testigo, siendo el tratamiento con una mayor disminución de la CE. El tratamiento con mayor cantidad de promesol calcio presento un valor de CE de 1.75 dS m^{-1}, ambos tratamientos fueron los que presentaron los valores más bajos en la CE.

La conductividad hidráulica Cuadro 2, el testigo con un valor de 40.5 cm/h^{-1} mientras que el tratamiento con la dosis más alta de promesol calcio 2.0 ml/L agua presento el valor más alto 57.3 cm/h^{-1}, con una diferencia entre ambos tratamientos de 40 %. Lo cual nos indica que el promesol calcio aplicado al suelo favorece la permeabilidad del mismo, mejora el balance calcio/sodio.

En la germinación de semillas Cuadro 3, nos indica que el número de semillas germinadas durante las tres fechas de muestreo, los tratamientos con mayor concentración de promesol calcio fueron los que presentaron el mayor promedio en la germinación de semillas. A los 7 días después de la siembra (DDS), los tratamientos con la dosis más alta de promesol calcio 2 y 1.5 ml/L agua fueron los que presentaron los valores más altos del promedio de semillas germinadas 2.81 y 2.63, presentando una diferencia de ambos tratamientos con respecto al testigo de 10 y 3 %. El tratamiento que presento el valor más bajo en dicha fecha de evaluación con una dosis de 1.0 ml/L agua de promesol calcio, con un promedio de 2.31 % de germinación.

Lo cual nos indica que la presencia de sales en el sustrato o suelo afecta negativamente la germinación de las semillas de tomate. Gili et al., (2014) determinan que los efectos de la salinidad sobre la relación del agua en la planta, el desbalance nutricional, y la toxicidad de los iones, son responsables de la inhibición de su crecimiento y como consecuencia de la disminución de la productividad.

Cuadro 3. Número de semillas germinadas de tomate durante 3 fechas de observación

Tratamientos	Promedio de semillas germinadas		
	(7 DDS)	(15 DDS)	(26 DDS)
Testigo 0.0 ml / L agua	2.56 ab[1]	2.63 ab	2.69 ab
Promesol Ca 1.0 ml / L agua	2.31 b	2.50 b	2.50 b
Promesol Ca 1.5 ml / L agua	2.63 ab	2.88 a	2.88 a
Promesol Ca 2.0 ml / L agua	2.81 a	2.94 a	2.94 a

[1]Letras distintas son estadísticamente diferentes (t-Student, $\alpha < 0.05$), DDS días después de siembra.

La germinación de las semillas a los 15 y 26 (DDS) Cuadro 3, los promedios de los tratamientos en las dos fechas de evaluación fueron iguales. Los tratamientos con mayor dosis de promesol calcio 2.0 y 1.5 ml/L agua, presentaron los promedios más altos con 2.94 y 2.88 de semillas germinadas con una diferencia con respecto al testigo 10 y 7%, mientras que el tratamiento más bajo en las tres fechas observadas fue el de 1.0 ml/L agua dichas fechas con un promedio de 2.50 % de semillas germinadas con una diferencia menor con respecto al testigo de 8 %.

Al aumentar la dosis de promesol calcio aumentó el porcentaje de germinación de las semillas de tomate, esto se debió a que el promesol calcio mejoro la infiltración del agua en el sustrato, arrastrando las sales y evitando con esto la acumulación y encostramiento en la zona en donde se colocaron las semillas, lo cual permitió una mejor oxigenación del suelo así como la imbibición de agua por parte de la semilla mejorando la germinación; dichos resultados concuerdan con Lamz *et al.,* (2015), los cuales dicen que al aumentar los niveles de NaCl, impiden una imbibición correcta y ocurre una inhibición del crecimiento del eje embrionario por un retraso de la movilización de reservas y a los disturbios de la membrana causado por la salinidad. La salinidad pospone la iniciación de los procesos de germinación y reduce el número total de semillas germinadas, además influye de manera letal en la germinación, principalmente al disminuir el potencial osmótico de la solución del suelo para retardar la absorción de agua por las semillas y también por la toxicidad al embrión (Agüero *et al*., 2016).

CONCLUSIONES

Se observo un efecto positivo del promesol calcio al disminuir la conductividad eléctrica, aumento de la conductividad hidráulica y por tanto aumento la germinación de semillas.

AGRADECIMIENTO

Este estudio fue desarrollado con el apoyo de la empresa Innovak, así como a los colaboradores para dicha investigación.

REFERENCIAS

Aceves N., E. 2011. El ensalitramiento de los suelos bajo riego. Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas A.C. México, D. F. [Links]

Agüero-Fernández, Y. M., L. G. Hernández-Montiel, A. NietoGaribay, E. Troyo-Diéguez, R. Zulueta-Rodríguez y B. Murillo-Amador. 2016. Hongos micorrízicos arbusculares como agentes mitigadores del estrés salino por NaCl en plántulas de albahaca. Nova Scientia 17: 60-86.

Ashraf, M., H.R. Athar, P.J.C. Harris, and T.R. Kwon. 2008. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. Adv. Agron. 97: 45-110.

Chinnusamy, Viswanathan; Jagendorf, André; Zhu, Jian-Kang. 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. Crop Science. 45: 437-448. [Links]

Benzarti, M., K. Ben, A. Debez, D. Messedi, C. Abdelly. 2012. Photosynthetic activity and leaf antioxidative responses of Atriplex portulacoides subjected to extreme salinity. Acta Physiol. Plant. 34:1679-1688.

Brown, J. C. and V. D. Jolley. 1989. Plant metabolic responses to iron-deficiency stress. BioScience 39: 546-551.

Emery, T. 1982.Iron metabolism in humans and plants.Am. Scientist 70: 626-632.

Gili, P., Marando, G., Irisarri, J., Sagardoy, M. 2014. Efecto de las técnicas de lavado y fertilización sobre la salinidad en suelos del alto valle de Río Negro y Neuquén, Argentina. Agricultura Técnica. versiónimpresaISSN0365-2807. Agric. Téc.v.64n.3Chillán.

Gildersleeve, R.R. and W.R. Ocampaugh. 1989. Greenhouse evaluation of subterranean clover species for susceptibility to iron-deficiency chlorosis. Crop Sci. 29: 949-951.

Guida Johnson, B., Abraham, E., & Cony, M. (2016). Salinización de suelo en tierras secas irrigadas: perspectivas de restauración en Cuyo, Argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.

Innovak Global. 2016. Web: www.innovakglobal.com

Khalid, Sanaand Shahid, Muhammadand Niazi, Nabeel Khanand Murtaza, Behzadand Bibi, Irshadand Dumat, CamilleA comparison of technologies for remediation of heavy metal contaminated soils.(2017) Journal of Geochemical Exploration, vol. 182 (part B). pp. 247-268. ISSN 0375-6742. http://dx.doi.org/10.1016/j.gexplo.2016.11.021

Lamz-Piedra, A. y M. C. González-Cepero. 2015. Indicadores del crecimiento inicial y del estado nutricional para la selección temprana de genotipos de arroz (Oryza sativa L.) tolerantes a la salinidad. Cult. Trop. 36: 41-48.

Mauiro, A. (2014). Rehabilitación de suelos con impedimentos físicos de uso hortícola degradados por el riego con aguas bicarbonatadas sódicas. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de ciencias agrarias.

Moreno, J.M.D. y M. Moral. (1996). Análisis y calidad del agua para el riego: Editorial Servicios de publicaciones Universidad Politécnica de Valencia, España.

Morteza, S.A; Mohammad, B.H; Gopinadhan, P; Boukaga, F. 2012. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers, *Scientia Horticulturae*, Volume 144, Pages 102-115.

Munns, R., M. Tester. 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance. Annu. Rev. Plant Biol. 59:651-681

Oliva, M.A., Rincon, R., Zenteno, E., Pinto, A., Dendooven, L., Gutiérrez, F. 2008. Rol del vermicompost frente al estrés por cloruro de sodio en el crecimiento y fotosíntesis en plántulas de tamarindo (*Tamarindus indica* L.). Gayana Botánica. 65(1): 10-17.

Paniza Cabrera, A., 2002. *Geografía de la Desertificación: Procesos de Abandono de Tierras por Salinización en el Oasis Norte de Mendoza (Argentina)*. Colección Monográfica Tierras del Sur. Universidad de Granada e Instituto de Desarrollo Regional. Ed. Universidad de Granada.

Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Edito-rial Iberoamérica, México. 759 p.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2020). Boletín mensual de producción Tomate rojo (Jitomate). En línea: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/539442/Bolet_n_avance_producci_n_tomate_rojo_enero_2020.pdf

Szabolcs, I. (1994) The concept of soil resilience. Soil resilience and sustainable land use. In: Greenland, D.J. and Szabolcs, I., Eds., CAB International and Willingford, 33-39.

Tejada, M., C. García, J. L. González, and M. T. Hernández. 2006. Use of organic amendment as a strategy for saline soil remediation: Influence on the physical, chemical and biological properties of soil. Soil Biol. Biochem. 38: 1413-1421. [Links]

Zamudio-González, B., López-Pérez, L., Alcántar-González, G., Gónzalez-Eguiarte, D.R., Ruiz-Corral, J.A., Castellanos, J.Z. 2004. Delimitación de áreas salinas en el distrito de riego de Caborca, Sonora, México. *Idem.* 22(1):91-97.

BASE DE DATOS Y APLICACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE DERECHOS DE AGUA EN PARCELAS DEL DR 001.

DATABASE AND APPLICATION FOR THE ADMINISTRATION AND MANAGEMENT OF WATER RIGHTS IN PLOTS OF DR 001.

Luis. Antonio González Jasso*, Carlos Rojas Santillán, Arturo Corrales Suastegui, Miguel A. González González*, Mario P. Narváez Mendoza*,

***Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. Correo electrónico: gonzalez.luis@inifap.gob.mx**

RESUMEN

Al ser al agua un recurso vital y limitado, existe la imperiosa necesidad de asegurar su distribución de forma ordenada, equitativa y justa. En México se crean los Distritos de Riego para cumplir dicho propósito, con lo cual surge a la par la necesidad de contar con un sistema que permita hacerlo de forma confiable y rápida. En este trabajo se expone el desarrollo de un sistema capaz de administrar los permisos de agua en cada una de las cuentas de los usuarios, así como tener el conocimiento del comportamiento de toda la infraestructura de riego a lo largo de los 2439 hidrantes que comprenden el DR 001 instalado en Aguascalientes. Este sistema está preparado además para ser modular y escalable, es decir permitir que funciones sean reutilizadas y agregar tantos subsistemas como sea necesario para crecerlo, como agregar controles automáticos en válvulas de agua que, mediante estaciones pronósticos meteorológicos se pueda llevar a cabo el riego automatizado y de precisión que permita el suministro de agua estrictamente necesario a los cultivos.

ABSTRACT

Water is a vital and limited resource, there is an urgent need to ensure its distribution in an orderly, equitable and fair manner. In Mexico, Irrigation Districts are created to fulfill this purpose, with which the need arises at the same time to have a system that allows it to be done reliably and quickly. In this work, the development of a system capable of managing water permits in each of the users' accounts is exposed, as well as having knowledge of the behavior of the entire irrigation infrastructure throughout the 2439 hydrants that comprise the DR 001 installed in Aguascalientes. This system is also prepared to be modular and scalable, that is, to allow functions to be reused and to add as many subsystems as necessary to grow it, such as adding automatic controls in water valves that, through meteorological forecast stations, can carry out automated irrigation and precision that allows the supply of water strictly necessary to the crops.

INTRODUCCION

El agua es un recurso necesario para la vida. El agua es un recurso natural limitado por lo que su uso debe ser aprovechado al máximo. La mayoría de las concesiones nacionales de agua en nuestro país son acaparadas para uso en la agricultura (Castro Rosales and P. Sisto, 2015) y la ganadería, le siguen el público-urbano e industrial y comercial. El 70% del agua dulce es destinada para producir el 40% de los alimentos (Bruins, 2003), lo que tiene como consecuencia un vínculo negativo entre la disponibilidad de agua y la generación de alimentos. La mayoría de los cultivos requieren de gran cantidad de agua durante su ciclo de vida, pero casi el 98% de este volumen de agua se pierde en la atmósfera por el proceso de transpiración (Calvache, 2002). Actualmente existen método de riego que permiten usar

solamente la cantidad necesaria de agua que requiere el cultivo, evitando que la mayoría del agua se evapore antes de ser aprovechada por la planta. Tener una disminución en las reservas de agua causa conflictos de interés en los usuarios de este vital líquido (Bruins, 2003). El manejo del agua implica más que la colección, infraestructura y superficie, ya que implica además aspectos legales, administrativos, socioeconómicos y productivos muy importantes e interdependientes entre sí. Para la parte agrícola, debe existir un ente regulador de la cantidad de agua que es usada por cultivo según el número de hectáreas que permita solventar estos conflictos de interés. En México este ente regulador es llamado Distrito de Riego (DR). Un distrito de riego es preponderadamente una zona geográfica que puede definirse como: conjunto de canales de riego, una o más fuentes comunes de abastecimiento de agua y las áreas de cultivo, relativamente compactas, que cuenta con decreto de creación por parte del poder ejecutivo federal, con un título de concesión otorgado a los usuarios organizados en asociaciones civiles para uso de las aguas y la administración, operación y conservación de la infraestructura hidroagrícola federal (Pedroza and Hinojosa, 2014). De acuerdo con la fecha de creación, a cada distrito se le asignó un número: el DR 001 Pabellón, en el estado de Aguascalientes fue el primero en crearse (Pedroza and Hinojosa, 2014).

El DR 001 está conformado por usuarios, áreas de cultivo, una fuente de abastecimiento y la infraestructura de riego, compuesta a su vez de canales de riego, drenes estructuras reguladoras, de seguridad, auxiliares de conducción y drenaje, y edificios que permiten la administración de agua (Figura 1). El DR 001 tiene como fuente de abastecimiento la presa Calles, construida en junio de 1928. El agua de la presa es llevada a las zonas de cultivo de los productores por medio de la infraestructura de riego. Los principales objetivos del DR 001 son regularizar el gasto del agua por productor, cobrar la cantidad de agua suministrada según los derechos de agua de cada productor y llevar a cabo los mantenimientos preventivos y correctivos a las líneas de suministro de agua desde la presa hasta la parcela. El DR 001 cuenta con 2439 hidrantes instalados en las 11,800 ha de parcelas de los productores y cada hidrante cuenta con su propio medidor de consumo de agua. El ahorro de agua se ha convertido en un tema de vital importancia en el Estado de Aguascalientes, por lo que el uso de sistemas de Información que permitan visualizar al momento el gasto de agua por productor del DR 001, es una necesidad que debe ser resuelta para evitar que el productor rebase los derechos que tiene de agua por parcela. En este trabajo se plantea realizar un sistema que permita el manejo de cuentas de derechos de agua del DR 001 así como el registro de los consumos de cada hidrante que compone la red de riego.

Figura1. Componentes de la infraestructura del Distrito de Riego 001

MATERIALES Y METODOS

El sistema se encuentra en desarrollo bajo la tecnología framework de ".Net". Esta es la plataforma tecnológica utilizada para el desarrollo base y ".ASP .NET, Xcode y Android Studio" proporcionan los mecanismos integrales para garantizar un entorno estable de diseño y desarrollo de la aplicación.

Mediante múltiples subprocesos desarrollados independientemente que operan entre la base de datos utilizada y la aplicación web y móvil. La base de datos está desarrollada en SQL Server bajo el esquema entidad-relación que permita la integridad de los datos. Esta base de datos contiene la información de los usuarios y parcelas registradas en el DR 001, así como los derechos que le corresponden a cada usuario. Mediante una aplicación móvil se captura la lectura de los 2439 medidores instalados en los localizados en las parcelas de los usuarios del Distrito de Riego 001. Estas lecturas se sincronizan con la base de datos central cada vez que exista señal wi-fi o bien de celular EDGE, 3G, 4G o alguna afín. Si no es posible establecer la comunicación con la base de datos central, estos serán almacenados en la base de datos interna del dispositivo móvil hasta que exista la comunicación apropiada.

El sistema maneja la información en base al nivel del usuario que entre a la plataforma. El primero usuario es el usuario final, quien es el comprador de derechos de agua. Este usuario puede consultar el estado de cuenta de cada parcela que tiene servicio de riego: volumen consumido, volumen comprado y volumen con adeudo. El usuario administrativo puede realizar consultas generales de volumen de agua vendida y su equivalencia en dinero, esto de forma diaria, semanal o mensual. El usuario Operativo A puede registrar en la App las lecturas de los hidrantes parcelarios. Esto se realizará de forma manual y/o mediante el reconocimiento de imagen del lector del medidor una vez por día. El usuario podrá recibir notificaciones instantáneas del estatus de la cuenta en cuestión para tomar las acciones requeridas en campo. Este usuario accede a un módulo de órdenes de servicio o mantenimiento, en el que puede consultar las órdenes de trabajo para cada día y confirma si realizó o no la actividad. El usuario Operativo B puede realizar consultas detalladas del volumen vendido de forma diaria, semanal o mensual. El usuario tiene acceso a reportes ejecutivos, como el informe anual de operación por sección de los ciclos Otoño-Invierno y Primavera-Verano, que comprende el informe de volumen, informe de cultivos, informe mensual de operación y el informe del estatus de operación. La Figura 2 muestra el acceso a uno de los subsistemas que permiten realizar las actividades en la administración del uso de agua. Ver anexo 1 para ejemplo de cada uno de estos informes.

Figura 21 Subsistema que permite la captura de información según el nivel del usuario.

El sistema trabaja en modo de intranet para aquellas actividades administrativos y operativos que involucran el manejo adecuado del agua. Para los usuarios en general se usa de modo web abierta para que realicen las consultas de sus adeudos o consumos del mes.

RESULTADOS Y DISCUSION

El sistema trabaja en modo de intranet para aquellas actividades administrativos y operativos que involucran el manejo adecuado del agua. Para los usuarios en general se usa de modo web abierta para que realicen las consultas de sus adeudos o consumos del mes. El sistema se encuentra terminado al 100%, pero con los avances que se tienen, se ha permitido conocer de forma casi inmediata los consumos de agua por cultivo y si esta ha sido usada de forma adecuada, ya que hasta el momento no existe un control de apertura o cierre de válvulas automáticas que impida el riego si la cantidad de agua asignada ha sobrepasado el límite permitido. Esto implica un costo adicional para el usuario, y muchas veces no es consciente de ello. Al estar terminado el sistema, el usuario tendrá notificaciones de que su consumo de agua esta por expirar, lo que le permitirá tomar acciones para el consumo responsable del agua. Para el personal operativo, ha resultado valiosa la información de los consumos de los hidrantes de forma constante, ya que mediante determinados de flujos y estos datos se puede estimar con buena precisión la localización de fugas o tomas clandestinas de agua. Al personal administrativo le permite tener reportes como los mostrados en el Cuadro 1 donde se muestra el desglose por sección junto con la cantidad de hidrantes o parcelas atendidas, la superficie volumen consumido por sección y volumen consumido por sección y por ha.

Cuadro 1 Informe de Volumen consumido por sección. El número de sección se oculta por seguridad.

SECCIÓN	AUXILIO 2DOS CULTIVOS P-V			CICLO OTOÑO-INVERNO			CICLO PRIMAVERA-VERANO		
Sección	Parcelas	Superficie	Volumen Consumido (m3)	Parcelas	Superficie	Volumen Consumido (m3)	Parcelas	Superficie	Volumen Consumido (m3)
SECCIÓN	78	241-36-85	140,728.00	27	118-85-24	283,358.00	102	347-56-25	2,650,467.00
SECCIÓN	11	35-60-00	35,284.00	3	7-50-00	76,912.00	17	45-70-00	309,315.00
SECCIÓN	22	60-65-94	31,618.00	32	93-14-87	170,464.00	63	169-09-75	1,207,448.00
SECCIÓN	38	105-48-00	60,781.00	19	51-60-00	197,374.00	57	159-58-00	1,254,801.00
SECCIÓN	15	55-00-00	51,458.00	13	47-69-00	141,487.00	25	85-99-00	516,821.00
SECCIÓN	19	62-10-00	40,104.00	6	24-20-00	75,849.00	30	99-60-00	566,693.00
SECCIÓN	31	131-04-00	117,570.00	8	35-40-00	135,905.00	50	193-94-00	1,508,495.00
SECCIÓN	33	99-05-00	57,463.00	39	180-36-00	677,954.00	98	422-46-00	2,966,327.00
SECCIÓN	21	91-20-00	36,722.00	24	94-33-00	343,590.00	54	208-93-00	2,139,741.00
SECCIÓN	26	33-10-82	37,252.00	15	29-34-22	84,585.00	37	58-24-35	643,266.00
SECCIÓN	30	65-93-00	63,613.00	8	18-48-00	78,966.00	45	96-55-00	887,826.00
SECCIÓN	44	148-43-00	72,932.00	19	65-20-00	170,410.00	86	275-90-00	1,913,276.00
SECCIÓN	14	35-10-00	55,293.00	8	27-50-00	94,360.00	30	82-60-00	664,076.00
SECCIÓN	9	41-90-00	16,765.00	10	26-00-00	76,104.00	81	221-55-24	1,673,442.00
SECCIÓN	19	58-74-00	60,150.00	5	12-00-00	56,568.00	60	165-34-00	1,174,171.00
SUBTOTAL GOT.	410	1264-70-61	877,733.00	236	831-60-33	2,663,886.00	835	2633-04-58	20,076,165.00
SUBTOTAL ROD.							730	948-00-00	14,001,900.00
TOTAL									37,619,684.00

CONCLUSIONES

La administración del manejo de los derechos de agua no es una tarea fácil. Este sistema mejora la forma en que los usuarios pueden conocer de forma rápida los consumos que sus cultivos tienen por día, por mes o por ciclo agrícola. Al personal burocrático u operativo, le permite saber que usuarios han sobrepasado su límite de agua asignada por parcela, así

como estimar los lugares de fuga de agua, ya sean naturales o provocadas. Hasta la parte donde se encuentra el sistema, permite mejorar mucho el trámite burocrático y de los usuarios, pero este sistema está diseñado para ir más allá, ya que permite la integración de circuitos electrónicos que permitan enviar las lecturas de los hidrantes de forma automática a la base de datos central y con esto tener de forma casi instantánea los flujos de agua en los canales, así como la cantidad de agua suministrada hasta el momento. Además del envío de información automática, se plantea establecer válvulas automatizadas que permitan el paso de agua hacia los cultivos cuando estos lo requieran, esto apoyado en estaciones agrometeorológicas y pronósticos del tiempo que determinen la cantidad de agua requerida según el cultivo y el momento oportuno para suministrarla, con la finalidad de eficientizar aún más (apoyado con sistemas de riego por goteo) el consumo de agua destinado a la agricultura.

REFERENCIAS

Bruins, H. J. (2003) 'Manejo del agua en períodos de sequía', *Ingeniería del agua*, 10(3), p. 327. doi: 10.4995/ia.2003.2588.

Calvache, M. (2002) 'Manejo Del Agua : Principios Fundamentales', *VII Congreso ecuatoriano de la ciencia del suelo*, (December), p. 28.

Castro Rosales, G. and P. Sisto, N. (2015) 'Precio y manejo del agua urbana en México', *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 24(1), pp. 223–244. doi: 10.20983/noesis.2015.1.8.

Pedroza, E. and Hinojosa, G. (2014) *Manejo y distribución del agua en distritos de riego*. Available at: https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/manejo-dadr/files/assets/basic-html/page11.html (Accessed: 14 August 2020).

BIOFORTIFICACIÓN AGRONÓMICA CON SELENIO EN TOMATE

AGRONOMIC BIOFORTIFICATION WITH SELENIUM IN TOMATO

Gaucin-Delgado, Jazmín Montserrat[1], Ortega-Ortiz, Hortensia[2], Fortis-Hernández, Manuel[1], Reyes-Pérez, Juan J[3], Preciado-Rangel, Pablo[1]*

[1]Instituto Tecnológico Nacional de México- Instituto Tecnológico de Torreón (ITT), Torreón, Coahuila 27170, México.
[2]Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), Enrique Reyna H. No. 140, San José de los Cerritos, 25294 Saltillo, Coahuila, México.
[3]Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo EC 120501, Los Ríos, Ecuador.
Autor de correspondencia: **ppreciador@yahoo.com.mx**

RESUMEN

El selenio (Se) es un elemento esencial para el ser humano. Su consumo proviene de alimentos de origen animal o vegetal. La biofortificación mejora la calidad nutricional de los alimentos y su consumo tiene una influencia positiva en la salud humana. Así, el objetivo de esta investigación fue evaluar la biofortificación agrícola con Se en frutos de tomate y sus efectos sobre el rendimiento, la calidad nutracéutica y la capacidad antioxidante. Se agregaron cinco dosis de Se (0, 2, 4, 6 y 8 mg L-1) en forma de selenito de sodio (Na2SeO3) en una solución nutricional en un sistema hidropónico. Los resultados obtenidos indicaron que la biofortificación agrícola con Se aplicado en la solución nutricional mejoró el rendimiento, la calidad nutracéutica y la concentración de Se en frutos de tomate. La dosis óptima de Se en este estudio fue de 2 mg L-1(Na2SeO4) ya que maximizó el rendimiento y la calidad nutracéutica. La incorporación de Se en la solución nutricional es una alternativa para incrementar la biosíntesis de compuestos fitoquímicos en el fruto del tomate y el rendimiento con la posibilidad de mejorar la salud pública con su consumo

ABSTRACT

Selenium (Se) is an essential element for humans. Its consumption comes from foods of animal or vegetable origin. Biofortification improves the nutritional quality of food and its consumption has a positive influence on human health. Thus, the objective of this research was to evaluate agricultural biofortification with Se in tomato fruits and its effects on yield, nutraceutical quality, and antioxidant capacity. Five doses of Se (0, 2, 4, 6 and 8 mg L-1) were added in the form of sodium selenite (Na2SeO3) in a nutritional solution in a hydroponic system. The results obtained indicated that the agricultural biofortification with Se applied in the nutritional solution improved the yield, the nutraceutical quality and the concentration of Se in tomato fruits. The optimal dose of Se in this study was 2 mg L-1 (Na2SeO4) as it maximized the yield and

nutraceutical quality. The incorporation of Se in the nutritional solution is an alternative to increase the biosynthesis of phytochemical compounds in the tomato fruit and the yield with the possibility of improving public health with its consumption.

INTRODUCCIÓN

El selenio (Se) es un micronutriente esencial para el ser humano (Hu *et a*l., 2019), su consumo proviene de alimentos de origen animal y vegetal, los cuales presentan variaciones en su contenido de Se debido a la disponibilidad de este microelemento en el suelo o las fuentes sintéticas aplicado antropogénicamente (Utoiu *et al*., 2017). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el consumo de Se en la dieta humana debe ser de 55-200 µg / día por adulto (Stefani *et al.,* 2020). Se previene daño celular, alteraciones tiroideas, mutaciones, cáncer, entre otros (Vinceti *et al.,* 2018; Kavcic *et al.,* 2020; Motesharezadeh *et al.,* 2020). Sin embargo, se ha estimado que el 15% de la población presenta deficiencias de este micronutriente (Nedelkov *et al.,* 2020), lo que representa un problema de salud a nivel mundial (Zou *et al*., 2019).

Por otro lado, la biofortificación agronómica consiste en aumentar el contenido de Se en las partes comestibles de las plantas mediante la fertilización sintética con selenito de sodio (Na2SeO4) (Das *et al*., 2019; Moretti *et al*., 2013). Realizadose con éxito en diferentes cultivos, afectando la calidad de la cosecha y el rendimiento (Motesharezadeh *et al*., 2020; Rady *et al*., 2020; Zieba *et al*., 2020). Además, el tomate (Solanum lycopersicum L) es una de las especies hortícolas más consumidas a nivel mundial (Andrejiová *et al.,* 2019; Martínez-Damián *et al.,* 2019) y considerado como un alimento funcional, por su amplia variedad de compuestos bioactivos que son beneficiosos para la salud humana (Wakchaure *et al*., 2020). Estos compuestos bioactivos se pueden incrementar agregando Na2SeO4 en la solución nutricional. Sin embargo, la dosis de aplicación de este microelemento debe determinarse para aumentar las propiedades nutricionales y nutracéuticas del tomate. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la biofortificación con Se en el rendimiento, la calidad nutracéutica y la capacidad antioxidante en frutos de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal y condiciones de crecimiento

Este estudio se realizó en un invernadero ubicado en el Instituto Tecnológico de Torreón, México en latitud 24 ° 30 'y 27 N, longitud 102 ° 00' y 104 ° 40 'W a 1120 metros sobre el nivel del mar. Las semillas de tomate Aquila se utilizaron, germinaron y trasplantaron a macetas que contenían un sustrato a base de arena de río y perlita (80:20 v / v). Se utilizó riego por

goteo proporcionando 0,6 L de riego por planta tres veces al día desde el trasplante hasta la floración y 2,5-3,5 L desde la floración hasta la cosecha.

Diseño y tratamientos experimentales

Se aplicó selenito de sodio en tratamientos de 2, 4, 6 y 8 mg L-1 de Na2SeO4 (Sigma Aldrich, EE. UU.) por planta, y un lote con solo solución nutricional (sin Se) como grupo control (Puccinelli *et al.,* 2017). Los tratamientos se aplicaron cada 15 días agregando solución nutricional Steiner (1984), el pH y la conductividad eléctrica se mantuvieron a 5,5-2,0 dS m-1 respectivamente. Se cuantificó la calidad nutracéutica (contenido fenólico total se determinó por el método de Folin-Ciocalteau (Singleton *et al.,* 1999); flavonoides totales se determinaron por colorimetría (Moretti *et al*., 2013); La capacidad antioxidante total se midió por el método in vitro de 2,2-difenil-1-picril-hidrazilhidrato (DPPH +) (Brand-Williams *et al.,* 1995); licopeno se realizó por hibridación fluorescente in situ (FISH) (Fernández *et al.*, 2007). Él Se en fruto se determinó en muestras de tomate seco se molieron en un mortero de porcelana y se digirieron con ácido nítrico y perclórico (3: 1) utilizando una placa y calentando a 100 ° C mediante espectrofotometría de absorción atómica (AOAC, 1990). Se utilizaron diez réplicas por tratamiento y el experimento se realizó dos veces.

Análisis estadístico

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza unidireccional (ANOVA) y la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, utilizando el software STATISTICA (versión 8.0.360.0 StatSoft Inc., Tulsa, OK, EE. UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad nutracéutica de la fruta

La biosíntesis de compuestos fitoquímicos (capacidad fenólica, flavonoide y antioxidante) se vio afectada por las dosis de Se empleadas, obteniendo valores más altos con 2 mg L-1, en comparación con el tratamiento control y dosis más altas. Se ha demostrado que el selenio estimula la producción de compuestos fitoquímicos en plantas en concentraciones más bajas en comparación con el tratamiento de control y dosis más altas (Cuadro 1). El selenio estimula la producción de compuestos fitoquímicos en las plantas, ejerciendo una acción antioxidante en la bioquímica celular al aumentar la entrega de electrones; este resultado puede estar relacionado con una mayor actividad enzimática antioxidante en la actividad del glutatión peroxidasa (Hawrylak-Nowak *et al.,* 2018) y una disminución en la peroxidación lipídica (Astaneh *et al.,* 2018). Las dosis adecuadas de Se proporcionan un aumento en la concentración total de compuestos fenólicos y flavonoides (Golubkina *et al*., 2019; Hachmann

et al., 2019). Además, él Se es un constituyente esencial de las selenoenzimas, algunas de las cuales tienen funciones antioxidantes mejorando la calidad nutracéutica de la parte comestible del cultivo (Zepeda *et al*., 2018; Silva *et al*., 2020) y reduciendo la producción de ROS, como, O2− y H2O2 (Thavarajah *et al.,* 2017; D'Amato *et al.,* 2018).

Cuadro 1. Valores promedio obtenidos en frutos de tomate, bajo diferentes concentraciones de selenio mg L^{-1}.

Selenio (mg L^{-1})	Fenoles totales (mg AGE/100 g PF)	Flavonoides (mg QE/100 g PF)	Capacidad antioxidante (µM equiv. Trolox/100 g PF)	Licopeno mg (kg^{-1} PF)	Selenio µg kg^{-1} peso seco
0	151.527 e	95.977 d	63.744 e	51.363 e	ND e
2	226.01 a	186.01 a	105.74 a	80.562 a	133 d
4	209.08 b	160.69 b	98.934 b	75.417 b	980 c
6	189.48 c	158.67 b	86.344 c	69.116 c	1267 b
8	163.75 d	117.87 c	74.003 d	63.724 d	2372 a

* Los valores promedio en las columnas con letras diferentes difieren estadísticamente entre ellas (p de Tukey ≤ 0.05).

Licopeno

El contenido de licopeno en el fruto del tomate aumentó significativamente con la dosis de 2 mg L-1, en comparación con el tratamiento control y con dosis más altas de Se (Cuadro 1). En este estudio, los carotenoides (licopeno) disminuyeron con dosis altas de Se, lo que podría haber estado relacionado con él Se ya que aumenta la concentración de ascorbato y glutatión (Hassan *et al*., 2016), retrasando la madurez del fruto al reducir la biosíntesis de etileno (Puccinelli *et al*., 2017). El etileno es una hormona crucial que controla el período de madurez de la fruta. Dado que la adición de Se forma una metionina y se convierte en Se-Met que se acumula como Se orgánico en los tejidos vegetales, las dosis altas pueden reducir los niveles de metionina libre, un sustrato importante de la biosíntesis de etileno, y finalmente disminuir la producción de etileno (Hachmann *et al.,* 2019; Oliveira *et al.,* 2019).

Selenio

El contenido de selenio en la fruta de tomate aumentó un 58% a dosis más altas de Se en comparación con las del tratamiento de control (Cuadro 1). La mayor absorción de este elemento pudo haber tenido lugar porque es químicamente similar al azufre. Así, las raíces las absorben y metabolizan fácilmente a través de transportadores de sulfato de alta afinidad en la membrana plasmática (Chomchan *et al*., 2017) e incorporan rutas con proteínas vegetales para formar seleno-cisteína (SeCys) y seleno-metionina (Se-Met) (White, 2016). Presumiblemente, la exposición constante del sistema de raíces de la planta a la solución

enriquecida con Se y la falta de interacciones Se-suelo actuaron en conjunto para hacer que los cultivos sin suelo fueran particularmente eficientes (Ryant *et al.,* 2020).

CONCLUSIONES

La biofortificación agronómica con selenio aplicado en la solución nutricional mejoró el rendimiento, la calidad nutracéutica y la concentración de Se en el fruto del tomate La dosis óptima que maximizó el rendimiento y la calidad nutracéutica, así como la concentración de consumo de Se recomendada en el fruto del tomate en este estudio fue de 2 mg L- 1 de Se (Na2SeO4) ya que dosis más altas disminuyen el rendimiento y la biosíntesis de compuestos bioactivos en frutos de tomate. El uso de selenio es una alternativa viable para aumentar el rendimiento y obtener alimentos funcionales.

REFERENCIAS

AOAC. (1990), Official methods of analysis selenio; Association of official analytical chemists:, https://doi.org/10.1007/BF02670789.

Astaneh, R.K.; Bolandnazar, S.; Nahandi, F.Z.; Oustan, S. (2018), Effect of selenium application on phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity, phenol leakage and total phenolic content in garlic (Allium sativum L.) under NaCl stress. Information Processing in Agriculture, 5., 339-344, https://doi.org/10.1016/j.inpa.2018.04.004.

Brand-Williams, W.; Cuvelier, M.-E.; Berset, C.; Technology. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food science, 28., 25-30, https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5.

Chomchan, R.; Siripongvutikorn, S.; Puttarak, P,(2017), Selenium bio-fortification: an alternative to improve phytochemicals and bioactivities of plant foods. Functional Foods in Health and Disease, 7., 263-279, https://doi.org/10.31989/ffhd.v7i4.323.

D'Amato, R.; Fontanella, M.C.; Falcinelli, B.; Beone, G.M.; Bravi, E.; Marconi, O.; Benincasa, P.; Businelli, D. (2018), Selenium Biofortification in Rice (Oryza sativa L.) Sprouting: Effects on Se yield and nutritional traits with focus on phenolic acid profile. Journal of agricultural food chemistry, 66, 4082-4090, https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b00127.

Fernández, C.; Pitre, A.; LLobregat, M.J.; Rondón, Y, (2007), Evaluación del contenido de licopeno en pastas de tomate comerciales. Información Tecnológica, 18., 31-38, http://doi.org/10.4067/S0718-07642007000300005.

Hachmann, T.L.; Rezende, R.; Matumoto-Pintro, P.T.; Saath, R.; Anjo, F.A.; Menezes, C.S.L.(2019). Yield, antioxidant activity and shelf-life of cauliflower inflorescences under drought stress and foliar spraying of selenium. Ciência e Agrotecnologia, 43, e125254, http://doi.org/10.1590/1413-7054201943017819.

Hassan, A.; Mostafa, E. (2016), Selenium invoked antioxidant defense system in Azolla caroliniana plant. Phyton-International Journal of Experimental Botany, Volume 85, pp. 262-269.

Hawrylak-Nowak, B.; Dresler, S.; Rubinowska, K.; Matraszek-Gawron, R.; Woch, W.; Hasanuzzaman, M. (2018), Selenium biofortification enhances the growth and alters the physiological response of lamb's lettuce grown under high temperature stress. Plant Physiology Biochemistry, 127., 446-456, https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.04.018.

Hu, T.; Liang, Y.; Zhao, G.; Wu, W.; Li, H.; Guo, Y. (2019), Selenium Biofortification and Antioxidant Activity in Cordyceps militaris Supplied with Selenate, Selenite, or Selenomethionine. Biol Trace Elem Res, 187., 553-561, https://doi.org /10.1007/s12011-018-1386-y.

Motesharezadeh, B.; Ghorbani, S.; Alikhani, H.A. (2020). The effect of selenium biofortification in alfalfa (Medicago sativa). Journal of Plant Nutrition, 43., 240-250, https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1676900.

Oliveira, V.C.; Faquin, V.; Andrade, F.R.; Carneiro, J.P.; da Silva Júnior, E.C.; de Souza, K.R.D.; Pereira, J.; Guilherme, L.R.G. (2019), Physiological and Physicochemical Responses of Potato to Selenium Biofortification in Tropical Soil. Potato Research, 62., 315-331, https://doi.org/10.1007/s11540-019-9413-8.

Ryant, P.; Antošovský, J.; Adam, V.; Ducsay, L.; Škarpa, P.; Sapáková, E. (2020), The importance of selenium in fruit nutrition. In Fruit Crops, Constraints, F.C.D.a.M.o.N., Ed. Elsevier:2., 241-254, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00018-6pp.

Singleton, V.L.; Orthofer, R.; Lamuela-Raventós, R.M. (1999), Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In Methods in enzymology, Elsevier, 299., 152-178, https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1.

Stefani, S.; Halim, L.; Andayani, D.E.; Witjaksono, F. (2020), Selenium in Hyperthyroidism. World Nutrition Journal, 3., 24-37, https://doi.org /10.25220/WNJ.V03.i2.0004

Thavarajah, D.; Abare, A.; Mapa, I.; Coyne, C.J.; Thavarajah, P.; Kumar, S. (2017), Selecting Lentil Accessions for Global Selenium Biofortification. Plants (Basel), 6., 34, https://doi.org/10.3390/plants6030034.

Utoiu, E.; Oacea, A.; Gaspar, A.; Seciu, A.-M.; Ștefan, L.M.; Coroiu, V.; Cracinescu, O.; Badiu, C.D.; Oancea, F. (2017), Selenium biofortification treatment of cauliflower enhances their content in chemopreventive compounds and in vitro antitumoral activity. Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies, 21., 33-40, https://doi.org/10.1007/s11101-016-9454-4.

Vinceti, M.; Filippini, T.; Del Giovane, C.; Dennert, G.; Zwahlen, M.; Brinkman, M.; Zeegers, M.P.; Horneber, M.; D'Amico, R.; Crespi, C.M. (2018), Selenium for preventing cancer. Cochrane Database of Systematic Reviews, 1., 253, https://doi.org/10.1002/14651858.CD005195.pub4.

White, P. (2016), Selenium accumulation by plants. Annals of Botany, 117, 217-235, https://doi.org/10.1093/aob/mcv180.

BIOFORTIFICACION CON SELENIO EN LA CALIDAD NUTRACEUTICA DE VID (*Vitis vinífera* L.)

BIOFORTIFICATION WITH SELENIUM IN NUTRACEUTICAL QUALITY IN GRAPE (*Vitis vinífera* L.)

María de los Ángeles Sariñana-Navarrete[1], Manuel Fortis Hernandez[1], Luis Guillermo Hernández-Montiel[2], Arturo Reyes-González[3], Pablo Preciado-Rangel[1*]

[1]Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Torreón. [2] Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. [3] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.* Correspondencia: ppreciador@yahoo.com.mx

RESUMEN

El selenio (Se) es un micronutriente esencial para el ser humano, debido a sus propiedades antioxidantes. No se ha demostrado la esencialidad del Se en las plantas, aunque se ha demostrado que las aplicaciones de Se mejoran la calidad del cultivo. El objetivo fue evaluar los efectos de las aplicaciones foliares de Se sobre la calidad nutracéutica y la capacidad antioxidante. Se probaron cinco dosis de Se en forma de selenito de sodio (Na_2SeO_3 a 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 y 1.25 mg L-1) y un control (sin tratar). Los resultados mostraron que la suplementación con Se indujo la acumulación de Se en la fruta. Además, hubo un aumento de los flavonoides de la fruta y los fenoles totales, lo que contribuyó a las características organolépticas y la capacidad antioxidante de las uvas. En conclusión, las uvas se pueden bioenriquecer con Se, lo que permite un aumento en la ingesta de este micronutriente humano esencial si dichas uvas se enriquecen con Se y se consumen.

ABSTRACT

Selenium (Se) is an essential micronutrient for humans, due to its antioxidant properties. The essentiality of Se in plants has not been demonstrated, although Se applications have shown to improve crop quality. The objective was to evaluate the effects of Se foliar applications on nutraceutical quality, and antioxidant capacity. Five doses of Se in the form of Sodium Selenite (Na_2SeO_3 at 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 and 1.25 mg L-1) and a control (untreated) were tested. The results showed that supplementation with Se induced Se accumulation in the fruit. Furthermore, there was an increase in fruit flavonoids and total phenols, which contributed to the organoleptic characteristics and antioxidant capacity of the grape berries. In conclusion, grapes can be biofortified with Se, thereby allowing for an increase in intake of this essential human micronutrient if such grapes are enriched with Se and consumed.

INTRODUCCIÓN

El Se es un mineral importante en la nutrición humana. Este micronutriente es esencial para formar proteínas y enzimas vitales como glutatión peroxidasa, la tiroxina 5-desyodasa y la selenoproteína. También tiene propiedades antioxidantes y protege contra los radicales libres y varios factores cancerígenos (Ducsay *et al*., 2016). Participa en la formación de hormonas, síntesis de ADN, fertilidad, entre otras funciones (López-Bellido Garrido y López Bellido, 2013). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el consumo de Se en la dieta humana debería estar entre 55 y 200 µg / día por adulto (Thomson, 2004; OMS, 2009). Un bajo consumo de Se en la dieta humana puede causar enfermedades endémicas como la enfermedad de Keshan (enfermedad cardíaca degenerativa observada en Keshan, China) y Keshin-Beck (osteoartropatía que causa deformidad articular), función inmunológica reducida, degeneración del sistema cardiovascular y deterioro cognitivo (Kieliszek, 2019; Kieliszek y Błażejak, 2016).

Una de las formas más comunes en las que el organismo humano adquiere Se es mediante el consumo de alimentos, como carne o pescado (Willers *et al*., 2015). En el mundo, hay mil millones de personas con deficiencias de Se, debido al consumo de dietas basadas principalmente en plantas (Wu *et al*., 2015); Las plantas contienen bajas concentraciones de Se, debido a que este mineral se encuentra en pequeñas cantidades en el suelo (Ponavic y Scheib, 2014).

La biofortificación aumenta la absorción y acumulación de nutrientes específicos, a través del mejoramiento de plantas, ingeniería genética y fertilización sintética (Bocchini *et al*., 2018; Rouched, 2013). En los últimos años, los estudios sobre la biofortificación han aumentado la concentración de Se en plantas ofreciendo el potencial de incrementar la ingesta de Se por parte de los humanos a través del consumo de cultivos agrícolas (Mora *et al*., 2015).

Una de las formas de aplicar Se a las plantas es mediante la aplicación de selenito de sodio (Na_2SeO_3). El selenito de sodio es eficaz, seguro (Alfthan *et al*., 2015) y ha demostrado ser más biodisponible para las plantas cuando se aplica directamente al follaje que cuando se incorpora al suelo (Kápolna *et al*., 2009). La aplicación foliar de Na_2SeO_3 en plantas aumenta su composición nutricional y nutracéutica, propiedades cada vez más buscadas por los consumidores (Schiavon *et al*., 2016; Zhu *et al*., 2009).

La uva (*Vitis vinifera* L.), se considera un alimento funcional porque contiene glucosa y fructosa y tiene una alta cantidad de compuestos fenólicos que tienen propiedades farmacológicas, antimicrobianas y antioxidantes (Aviña de la Rosa *et al*., 2016); contiene vitaminas A, C, E, B1, B3, B6 y B9, y minerales como Ca, P, Na, K, Fe, Cu, Mg y Zn. La cáscara y la semilla de

la uva contienen polifenoles, vitaminas C, E y flavonoides que brindan protección contra el estrés oxidativo en humanos (Molina-Quijada *et al.,* 2010; Sandoval *et al*., 2008).

El objetivo fue evaluar los efectos de las aplicaciones foliares de dosis de Se sobre el rendimiento, la calidad nutracéutica y la capacidad antioxidante.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

El experimento se llevó a cabo en 2018 en un huerto comercial ubicado en Monterrey, México a 25 ° 29'20''N, 103 ° 37'37'W. El clima del área de estudio es seco estepario; temperatura promedio de 21 °C y precipitación anual de 253 mm. La textura del suelo es franco arenosa (81% arena, 14% limo y 5% arcilla); densidad aparente de 1,67 g cm-3; pH de 8,37; capacidad de retención de agua del 25,2%; conductividad eléctrica de 1,28 dS m^{-1}; contenido de materia orgánica de 1,18 mg kg^{-1}; nitrógeno total de 32,8 mg kg^{-1}; fósforo disponible de 24,4 mg kg^{-1} y potasio extraíble de 90,43 mg g^{-1}.

Material vegetal

Se utilizaron plantas de uva “Cabernet Sauvignon” de 7 años de edad. El sistema de plantación fue de 1 m entre plantas y 3 m entre hileras, con una densidad de planta de 3.333 plantas ha^{-1}.

Dosis y forma de aplicación de Selenio

El selenito de sodio (Na_2SeO_3, 95% de pureza, Sigma-Aldrich®) se preparó a 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 y 1.25 mg L^{-1} usando agua destilada y un surfactante comercial no tóxico (INEX-A®, 2 mL L^{-1}). Las soluciones de selenito de sodio se aplicaron (200 mL por planta) mediante aspersiones foliares utilizando una mochila de aspersión manual (Truper®). Las aplicaciones se realizaron por la mañana (al amanecer), durante la formación del fruto, el envero y 15 días antes de la cosecha. Las plantas de control (0 mg L^{-1} Na_2SeO_3) recibieron sólo 200 mL por planta de agua destilada. Cada parcela experimental constó de 10 plantas. El experimento se repitió dos veces.

Calidad nutracéutica de frutos

Para los extractos etanólicos, se molieron 50 frutos por tratamiento y se utilizaron para evaluar la calidad nutracéutica de los frutos. Se colocaron 2 g de muestra en un tubo Falcon de 15 ml y se agregaron 10 ml de grado reactivo de etanol. Después de 1 min de agitación en Vortex, se dejó reposar la mezcla durante 24 h. Los extractos etanólicos se decantaron a 3500 xg. El sobrenadante se transfirió a un tubo Falcon y se almacenó a -20 ° C hasta su uso.

El contenido fenólico total se determinó mediante una modificación del método de Folin-Ciocalteau (García-Nava, 2009). Se tomaron 50 µL de extracto etanólico, se diluyeron en 3

mL de agua mQ, se agregaron 250 µL de reactivo de Folin-Ciocalteau (1N), se agitó y se dejó reaccionar durante 3 min. Posteriormente, se añadieron 750 µL de Na_2CO_3 (20%) y 950 µL de agua mQ. La solución se dejó reposar durante 2 h y las muestras se cuantificaron en un espectrofotómetro UV-Vis a 760 nm. El patrón se preparó con ácido gálico. Los resultados se expresaron en mg GAE / 100 g^{-1} de peso fresco. Los flavonoides totales se determinaron mediante colorimetría (García-Nava 2009). Se tomaron 250 µL de extracto etanólico, se mezclaron con 1,25 mL de agua mQ y 75 µL de $NaNO_2$ (5%). Después de 5 min, se agregaron 150 µL de $AlCl_3$. Posteriormente, se añadieron 500 µL de NaOH (1 M) y 275 µL de agua mQ. Se agitó vigorosamente y las muestras se cuantificaron en un espectrofotómetro UV-Vis a 510 nm. El estándar se preparó con quercetina disuelta en etanol absoluto (y = 0.0122x-0.0067; r^2 = 0.965). Los resultados se expresaron en mg QE / 100 g^{-1} de peso fresco. La capacidad antioxidante total se midió mediante el método DPPH + in vitro (Brand-Williams *et al.,* 1995). Se preparó una solución de DPPH + (Aldrich, St. Louis, Missouri, EE. UU.) En etanol, a una concentración de 0,025 mg mL^{-1}. Se mezclaron 50 µL de extracto etanólico con 1.950 µL de solución de DPPH +; después de 30 min, las muestras se cuantificaron en un espectrofotómetro UV-Vis a 517 nm. Los resultados se expresaron en µM equivalente en Trolox / 100 g^{-1} de peso fresco.

Acumulación de Se en fruto

Las muestras de frutos secos se molieron en un mortero de porcelana y se digirieron con ácido nítrico y perclórico (3: 1), utilizando una placa calentada a 100 ° C. La solución se filtró y se hirvió hasta obtener 100 ml de solución de trabajo con agua desionizada. La concentración de Se en frutos se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica (Silva Trejos, 2011). Se utilizaron 50 frutos por tratamiento y los resultados se expresaron en µg kg^{-1} de frutos secos en peso.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza unidireccional (ANOVA) y la prueba de rango múltiple HSD de Tukey con un nivel de significancia del 5%, utilizando Statistica v. 13.5 (TIBCO Software Inc., 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido fenólico total de las muestras de uva analizadas, evidencian un incremento significativo al ser tratadas con Selenio (Figura 1a), dando como resultado un incremento del 98.80% (326.74 mg GAE/100g^{-1}PF) al aplicar 1.25 mg L^{-1} vía foliar, con relación al tratamiento testigo (296.20 mg GAE/100g^{-1} PF). Los compuestos fenólicos, además de sus propiedades astringentes (Molina-Quijada *et al.* 2010) participan como antioxidantes naturales en los alimentos, englobándolos dentro de los alimentos funcionales (Porras-Loaiza *et al.,* 2009). En

las uvas tintas producidas, cuyo destino final es la producción de vino, la presencia de estos compuestos determina la calidad del producto final, puesto que les otorga la capacidad oxidativa necesaria para no perder el característico color rojo (Valls *et al.,* 2000). Un aumento en el contenido de fenoles totales como respuesta a un estímulo por la aplicación de Selenio, ha sido reportado por Zahedi *et al.,* (2019), donde se observó un incremento en la cantidad total de polifenoles en frutos de granada al ser tratadas con 1 y 2 µM de Selenio y NPs-Se. En relación al aumento de estos compuestos, Jeong *et al.,* (2004) mencionan que la producción y síntesis de compuestos fenólicos en las uvas incrementa con la aplicación de estimulantes durante el envero del fruto.

Un alto contenido de flavonoides totales fue cuantificado en los frutos de uva (*Vitis vinífera* cv. Cabernet Sauvignog) tratadas con Selenio, de las cuales, la dosis de 1.25 mg L^{-1} aplicada fue donde se observó un aumento significativo, con 230.16 mgQE/100 g^{-1} PF, siendo superior en 51.89% que el tratamiento testigo (Figura 1b). Los flavonoides son compuestos bioactivos llamados fitonutrientes, que están presentes en los alimentos (Porras-Loaiza *et al.,* 2009). Forman parte del grupo de compuestos fenólicos más importantes presentes en el vino. Su estructura les otorga una capacidad antioxidante, brindando protección contra el daño oxidativo de las células, y tienen efectos positivos en un número elevado de patologías (Martínez-Flórez *et al*., 2002). Otros estudios dirigidos a incrementar el contenido total de flavonoides mediante la aplicación de micronutrientes han obtenido resultados favorables. Por ejemplo, un estudio informa un aumento del 63% en los flavonoides totales en el ajo (*Allium sativum* L.) debido a la aplicación de Se (Shafiq *et al*., 2019).

Capacidad antioxidante total en frutos de uva de Cabernet Sauvignon aumentó a medida que aumentaron las dosis de selenito de sodio y disminuyó a medida que disminuyó el selenito de sodio (Figura 1c). El uso de 1.25 mg L^{-1} de selenito de sodio aumentó la capacidad antioxidante total en las uvas en un 44%. La capacidad antioxidante de frutas y verduras está influenciada por el contenido fenólico total (Franco-Bañuelos *et al.,* 2019). En esta investigación, se encontró una correlación positiva (r = 0.82) entre la capacidad antioxidante total y los compuestos fenólicos totales. (Zahedi *et al*., 2019) reporta un aumento del 18.24% en la capacidad antioxidante de la granada (*Punica granatum*) debido a la aplicación foliar de Se. De la misma manera, se reportó un aumento en la capacidad antioxidante de semillas y plántulas de tomate cuando el Se fue aportado por solución nutritiva y aspersión foliar (de los Santos-Vázquez *et al*., 2016).

La concentración de selenio en los frutos de uva aumentó linealmente a medida que aumentaban las dosis de selenito de sodio (Figura 1d). El uso de 1,25 mg L^{-1} de selenito de sodio aumentó la concentración de Se en las uvas en un 1100% en comparación con las uvas sin tratar. En algunos estudios se ha informado de la acumulación de Se en partes comestibles

de algunos productos vegetales biofortificados con aumentos de aproximadamente un 30% en Se (Zhu *et al*., 2017). En general, la acumulación de Se a través de las vías metabólicas de las plantas, no solo depende de la especie a la que se está aplicando el elemento, sino también del compuesto químico utilizado y la forma en que se suministra (Li *et al.,* 2018).

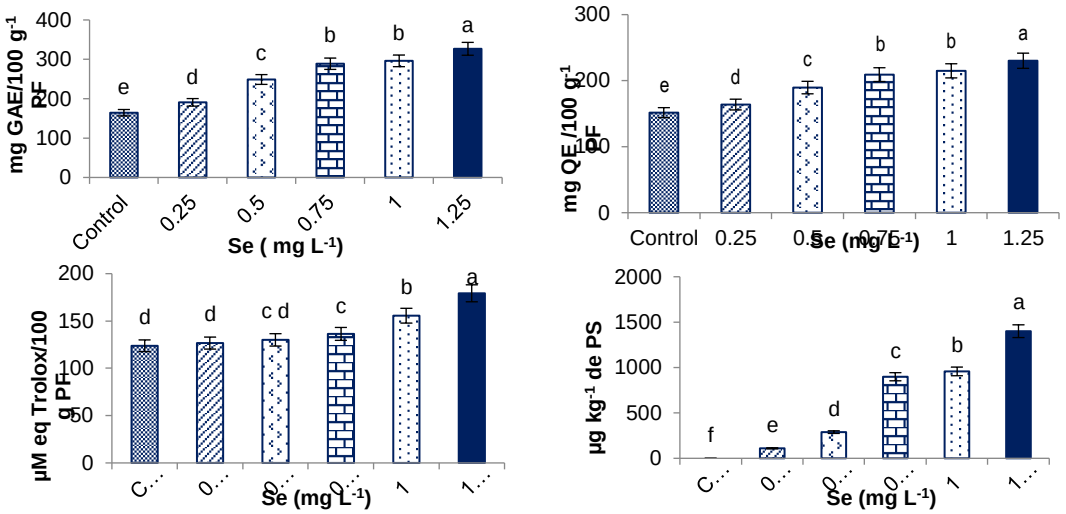


Figura 1. Efecto de las dosis de selenito de sodio sobre el contenido de fenólico (a), flavonoides totales (b), capacidad antioxidante (c) y concentración de Se (d) en frutos de uva. Las barras con letras diferentes fueron significativamente diferentes según la prueba HSD de Tukey ($p < 0.05$).

CONCLUSIONES

Las uvas parecen ser un buen objetivo para la biofortificación con Se para aumentar la ingesta humana de este micronutriente esencial. La biofortificación aumenta el contenido de Se, compuestos fenólicos totales, flavonoides y mayor capacidad antioxidante de la uva, lo que se traduce en una mejora en la síntesis de compuestos antioxidantes y su calidad nutracéutica. El enriquecimiento de selenio podría desempeñar un papel fundamental en la activación de vías metabólicas que conducen a un aumento de compuestos beneficiosos para la salud de los seres humanos.

REFERENCIAS

Alfthan, G., Eurola, M., Ekholm, P., Venäläinen, E.-R., Root, T., Korkalainen, K., Hartikainen, H., Salminen, P., Hietaniemi, V., & Aspila, P. (2015). Effects of nationwide addition of selenium to fertilizers on foods, and animal and human health in Finland: From deficiency to optimal selenium status of the population. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 31, 142-147. https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2014.04.009

Aviña de la Rosa, D. M. d. R., Carranza-Tellez, J., Vázquez-Huirtrón, B. A., & Carranza-Concha, J. (2016). Capacidad antioxidante y contenido fenólico de uva blanca (*Vitis vinifera L*.) sin semilla. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología en alimentos, 1(1), 801-805.

Bocchini, M., D'Amato, R., Ciancaleoni, S., Fontanella, M. C., Palmerini, C. A., Beone, G. M., Onofri, A., Negri, V., Marconi, G., & Albertini, E. (2018). Soil selenium (Se) biofortification changes the physiological, biochemical and epigenetic responses to water stress in Zea mays L. by inducing a higher drought tolerance. Frontiers in Plant Science, 9, 389. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00389

Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. LWT-Food science and Tecnology, 28(1), 25-30. https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5

de los Santos-Vázquez, M. E., Benavides-Mendoza, A., Ruiz-Torres, N. A., Cabrera-de la Fuente, M., & Morelos-Moreno, Á. (2016). Sodium selenite treatment of vegetable seeds and seedlings and the effect on antioxidant status. Emirates Journal of Food Agriculture, 589-593. https://doi.org/10.9755/ejfa.2016-03-270

Ducsay, L., Ložek, O., Marček, M., Varényiová, M., Hozlár, P., & Lošák, T. (2016). Possibility of selenium biofortification of winter wheat grain. Plant, Soil and Environment, 62(8), 379-383. https://doi.org/10.17221/324/2016-PSE

Franco-Bañuelos, A., Hernández-Trujillo, S., Contreras-Martínez, C. S., Carranza-Téllez, J., and Carranza-Concha, J. (2019). Use of growth regulators on the total phenolic content and the antioxidant capacity of "red globe" grape. Agrociencia 53(6), 881-894.

Garcia-Nava, M. A. (2009). Cuantificación de fenoles y flavonoides totales en extractos naturales. Universidad Autónoma de Querétaro Revista Academica 1, 1-4.

Jeong, S. T., Goto-Yamamoto, N., Kobayashi, S., & Esaka, M. J. P. S. (2004). Effects of plant hormones and shading on the accumulation of anthocyanins and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in grape berry skins. Plant Science, 167(2), 247-252. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.03.021

Kápolna, E., Hillestrøm, P. R., Laursen, K. H., Husted, S., & Larsen, E. H. (2009). Effect of foliar application of selenium on its uptake and speciation in carrot. Food Chemistry, 115(4), 1357-1363. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.01.054

Kieliszek, M. (2019). Selenium–Fascinating Microelement, Properties and Sources in Food. Molecules, 24(7), 1298. https://doi.org/10.3390/molecules24071298

Kieliszek, M., & Błażejak, S. (2016). Current Knowledge on the Importance of Selenium in Food for Living Organisms: A Review. Molecules, 21(5), 609. https://doi.org/10.3390/molecules21050609

Li, M., Zhao, Z., Zhou, J., Zhou, D., Chen, B., Huang, L., Zhang, Z., Liu, X. J. J. o. t. S. o. F., & Agriculture. (2018). Effects of a foliar spray of selenite or selenate at different growth stages on selenium distribution and quality of blueberries. Journal of the Science of Food and Agriculture, 98(12), 4700-4706. https://doi.org/10.1002/jsfa.9004

López-Bellido Garrido, F. J., & López Bellido, L. (2013). Selenio y salud: valores de referencia y situación actual de la población española. Nutrición Hospitalaria, 28(5), 1396-1406. https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.5.6634

Martínez-Flórez, S., González-Gallego, J., Culebras, J. M., & Tuñón, M. J. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Nutrición Hospitalaria, 17(6), 271-278.

Molina-Quijada, D., Medina-Juárez, L., González-Aguilar, G., Robles-Sánchez, R., & Gámez-Meza, N. (2010). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de cáscara de uva (*Vitis vinifera L*.) de mesa cultivada en el noroeste de México Phenolic compounds and antioxidant activity of table grape (*Vitis vinifera L*.) skin from northwest Mexico. *CyTA*–Journal of Food, 8(1), 57-63. https://doi.org/10.1080/19476330903146021

Mora, M., Durán, P., Acuña, J., Cartes, P., Demanet, R., & Gianfreda, L. (2015). Improving selenium status in plant nutrition and quality. Journal of Soil Science Plant Nutrition, 15(2), 486-503. https://doi.org/10.4067/S0718-95162015005000041

Ponavic, M., and Scheib, A. (2014). Distribution of Selenium in European Agricultural and Grazing Land Soil. *In* "Chemistry of Europe's Agricultural Soils" (C. Reimann, M. Birke, A. Demetriades, P. Filzmoser and P. O'Connor, eds.), Vol. 103, pp. 131-144.

Porras-Loaiza, A., & López-Malo, A. (2009). Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos, 3(1), 121-134.

Rouached, H. (2013). Recent developments in plant zinc homeostasis and the path toward improved biofortification and phytoremediation programs. Plant Signaling Behavior, 8(1), e22681. https://doi.org/10.4161/psb.22681

Sandoval, M., Lazarte, K., and Arnao, I. (2008). Hepatoprotección antioxidante de la cáscara y semilla de *Vitis vinifera L*. (uva). *In* "Anales de la Facultad de Medicina", Vol. 69, pp. 250-259. UNMSM. Facultad de Medicina.

Schiavon, M., Berto, C., Malagoli, M., Trentin, A., Sambo, P., Dall'Acqua, S., & Pilon-Smits, E. A. (2016). Selenium biofortification in radish enhances nutritional quality via accumulation of methyl-selenocysteine and promotion of transcripts and metabolites related to glucosinolates, phenolics, and amino acids. Frontiers in Plant Science*,* 7, 1371. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01371

Shafiq, M., Qadir, A., & Ahmad, S. (2019). Biofortification: A Sustainable Agronomic Strategy to Increase Selenium Content and Antioxidant Activity in garlic. Applied Ecology Environmental Research*,* 17(2), 1685-1704. https://doi.org/10.15666/aeer/1702_16851704

Silva Trejos, P. (2011). Validación de la metodología analítica para cuantificación de Selenio en alimentos de la canasta básica del costarricense. Revista Costarricense de Salud Pública*,* 20(1), 31-35

Thomson, C. (2004). Assessment of requirements for selenium and adequacy of selenium status: a review. European Jornal of Clinical Nutrition, 58(3), 391-402. https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601800

Valls, J., Lampreave, M., Nadal, M., & Arola, L. (2000). Importacia de los compuestos fenolicos en la calidad de los vinos tintos de crianza. Alimentacion Equipos y Technologia*,* 19(2), 119-124.

Willers, J., Heinemann, M., Bitterlich, N., & Hahn, A. (2015). Intake of minerals from food supplements in a German population-a nationwide survey. Food Nutrition Sciences*,* 6(2), 205-215. https://doi.org/10.4236/fns.2015.62021

Wu, Z., Bañuelos, G. S., Lin, Z.-Q., Liu, Y., Yuan, L., Yin, X., & Li, M. (2015). Biofortification and phytoremediation of selenium in China. Frontiers in Plant Science, 6, 1-8. https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00136

Zahedi, S. M., Hosseini, M. S., Meybodi, N. D. H., & da Silva, J. A. T. (2019). Foliar application of selenium and nano-selenium affects pomegranate (*Punica granatum* cv. Malase Saveh) fruit yield and quality. South African Journal of Botany 124, 350-358. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.05.019

Zhu, S., Liang, Y., An, X., Kong, F., Gao, D., & Yin, H. (2017). Changes in sugar content and related enzyme activities in table grape (*Vitis vinifera L*.) in response to foliar selenium fertilizer. Sciencie of Food and Agriculture, 97(12), 4094-4102. https://doi.org/10.1002/jsfa.8276

Zhu, Y.-G., Pilon-Smits, E. A., Zhao, F.-J., Williams, P. N., & Meharg, A. A. (2009). Selenium in higher plants: understanding mechanisms for biofortification and phytoremediation. Trends in Plant Science, 14(8), 436-442. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2009.06.006

BIOMASA E ÍNDICE DE COSECHA DE DOS VARIEDADES DE MAIZ DE CALIDAD PROTEÍNICA CON BIO-FERTILIZACIÓN EN *Luvisoles* DE YUCATÁN, MÉXICO.

BIOMASS AND HARVEST INDEX OF TWO QUALITY PROTEIN MAIZE VARIETIES WITH BIO FERTILIZATION IN Luvisols OF YUCATAN, MEXICO

1*J. H. Ramírez Silva, 2 M. G. Lozano Contreras, 1 G. Ramírez Jaramillo y 2 Y. B. Moguel Ordóñez

1 Centro de Investigación Regional Sureste (CIRSE) del INIFAP. Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130. Mérida Yucatán, México

2 Campo Experimental Mocochá del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Mocochá Yucatán, México.

***Autor para correspondencia: ramirez.jorge@inifap.gob.mx**

RESUMEN

En este trabajo se evaluó la producción de biomasa aérea y calculó el índice de cosecha (IC) de dos variedades de maíz de calidad proteínica (Sac Beh y Chichen Itza) al aplicar biofertilizantes en dos *Luvisoles rodicos* con bajo (Lote 1) y alto (Lote 2) uso intensivo agrícola. Ocho tratamientos resultaron de combinar las dos variedades con:1) una dosis de fertilizante químico (60-80-00): (N-P_20_5-K_2O) solo o 2) complementada con biofertilizantes (60-80-00 + Micorrizas + Azospirillum), 3) una segunda dosis de fertilizante combinado con biofertilizantes (30-80-00 + Micorrizas + Azospirillum) y 4) el testigo (00-00-00). No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos en ningún *Luvisol*. La biomasa aérea total fue mayor en el Lote 1 que en el Lote 2. Sac Beh acumuló, en el Lote 1, más biomasa que Chichen, obteniendo el IC máximo de 0.49 con T6 (Químico 1-Bio-Sac) y los más bajos con T2 (Testigo-Sac) y T8 (Químico 2-Bio-Sac) con 0.36 y 0.37 respectivamente. Chichen obtuvo el IC más alto (0.44) con el T3 (Químico 1-Chi) y el más bajo (0.40) con el T7 (Químico 2-Bio-Chi). En el Lote 2 Sac beh acumuló mayor biomasa parcial que Chichen y su IC fue prácticamente el mismo en todos los tratamientos (0.41-0.42) excepto con T2 (Testigo-Sac) con 0.39. Chichen obtuvo el IC más alto (0.46) con T5 (Químico 1-Bio-Chi) pero no tan diferente de T1 (Testigo-Chi) y T3 (Químico 1-Chi) con valores de 0.42. Hubo una buena correlación entre el rendimiento de grano y la biomasa aérea parcial en Sac Beh pero no en Chichen.

ABSTRACT

This work was aimed to evaluate the bomass and harvest index (HI) performance, of two quality protein maize varieties (Sac Beh and Chichen Itza) growing in two *Rhodic Luvisol*s with

low (Lot 1) and high (Lot 2) intensive agricultural use. Eight treatments resulted from combining the two varieties with 1) a chemical fertilizers dose (60-80-00): (N-P_20_5-K_2O) alone or 2) supplemented with biofertilizers (60-80-00+Mycorrhizae+*Azospirillum*), 3) a second dose of fertilizer plus biofertilizers (30-80-00+Mycorrhizae+*Azospirillum*) and 4) the control (00-00-00). No statistical differences were found between treatments in any *Luvisol.* The total aerial biomass was higher in Lot 1 than in Lot 2. Sac Beh accumulated, in Lot 1, more biomass than Chichen in all treatments, obtaining the maximum HI with T6 (Chemical 1-Bio-Sac) with 0.49 and the lowest ones with T2 (Control-Sac) and T8 (Chemical 2-Bio-Sac) 0.36 and 0.37 repectively. On the other hand, Chichen obtained the highest HI (0.44) with the T3 (Chemical 1-Chi) and the lowest (0.40) with the T7 (Chemical 2-Bio-Chi). In Lot 2 Sac beh accumulated higher partial biomass than Chichen and its HI was practically the same in all treatments (0.41-0.42) except with T2 (Control-Sac) with 0.39. Chichen obtained the highest HI (0.46) with T5 (Chemical 1-Bio-Chi) but not so different than the T1 (Control-Chi) and T3 (Chemical 1-Chi) with values of 0.42. There was a good correlation between grain yield and partial aerial biomass in Sac Beh but not in Chichen.

INTRODUCCION

En América, Estados Unidos produce un estimado (2016/2017) de 382.47 millones de toneladas de grano seguido de Brasil con 83.5, Argentina con 36.5 y México con 24.5. México es el país con los rendimientos más bajos de 3.2 t ha^{-1} en contraste a los rendimientos de USA y Argentina con 9.3, 8.0 t ha^{-1}, respectivamente, pero similares a Brasil con 3.5 t/ha.

México tiene un rendimiento bajo, pero hay una tendencia al aumento ya que en 1993 era de 1.8 t ha^{-1} y actualmente es de 3.2 t ha^{-1}. Se producen en aproximadamente 7 millones 157 mil 586 hectáreas (SIAP, 2019); principalmente en zonas sub-húmeda tropical, templada húmeda y sub-húmeda (Mera-Ovando y Mapes-Sánchez, 2009).

El 80 % de la producción es de temporal (SIAP, 2019) para autoconsumo y la producen 2 millones de pequeños productores (Mera-Ovando y Mapes-Sánchez, 2009) que contribuyen en más de la mitad de la producción nacional para la seguridad alimentara de los estratos rurales más pobres (Turrent et al., 2012).

Esos productores, siguen usando variedades criollas que, aun cuando poseen una gran diversidad genética y tienen buen potencial para producir alimentos funcionales para la salud (Serna-Saldívar et al., 2013) han demostrado tener un potencial muy bajo de rendimiento y deficiente calidad proteínica.

El INIFAP ha liberado variedades criollas mejoradas conversas a calidad proteínica para suelos pedregosos de Yucatán como la Sac Beh y Chichén Itzá que tienen más del 50% de lisina y triptófano que los maíces criollos comunes. Se han reportado rendimientos promedio de 2.23 a 3.33 t ha^{-1} en suelos pedregosos y pueden llegar a más de 5.0 t ha^{-1} en mejores suelos como los *Luvisoles ródicos* (LVro) (Aguilar Castillo et al., 2010).

Usar esas variedades puede resultar más redituable y amigable con el ambiente si se incorporaran al sistema de producción, insumos más económicos, como los biofertilizantes (Micorrizas y Azospirillum), que pueden sustituir, en parte, a los fertilizantes químicos.

Rodríguez-Eugenio et al. (2019) comenta que la contaminación del suelo por aplicaciones excesivas de fertilizantes químicos reduce la seguridad alimentaria; y nutrientes como nitrógeno y fósforo son transportados a aguas superficiales y subterráneas contaminando el agua. Carcaño-Montiel et al. (2006) argumenta que con biofertilizantes se aprovecha el fósforo y potasio nativo del suelo y se reduce el efecto acidificante de los fertilizantes nitrogenados amoniacales.

Debido a la falta de información sobre el tema, se planteó este trabajo con el objetivo de evaluar los cambios que sufre la biomasa y el Índice de Cosecha del maíz Chichen Itza y Sac Beh cuando se cultivan en dos suelos *Luvisoles ródicos,* con bajo y alto uso intensivo agrícola y aplicación combinada de fertilizantes químicos y biofertilizantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y fitómetros

El trabajo se realizó en el ciclo primavera-verano 2017/2017 bajo condiciones favorables de temporal en el Campo Experimental INIFAP-UXMAL ubicado a 20 ° 29 '08.1" de latitud norte y 89 ° 24' 39" longitud oeste, a una altitud de 50 msnm (Uribe-Valle y Dzib-Echeverria, 2006). Se evaluaron las variedades **Chichen Itza y Sac Beh** de polinización libre con un ciclo biológico que varía de 130 a 140 días. Se seleccionaron dos lotes experimentales con suelos clasificados como *Luvisoles ródicos*.

Selección de lotes experimentales

El primero (Lote 1) fue de bajo uso intensivo agrícola donde se cultiva maíz cada 4 a 5 años con períodos largos de descanso. En el segundo (Lote 2) se cultiva maíz todos los años y se usa fertilizantes y riego. Ambos lotes tienen características químicas contrastantes como la salinidad, Conductividad Eléctrica y fósforo.

Los atributos del suelo, analizados por Phytomonitor (2018) se compararon con datos de referencia de la Nom-021-Semarnat-2000. Aun cuando los pH´s son neutros la conductividad eléctrica del Lote 1 es más baja (EC = 0.66 mS / cm) que el Lote 2 (1.53 mS/cm). El sodio (Na) es mayor en el Lote 2 (330 vs.165 ppm). La materia orgánica (OM) es satisfactoria en ambos lotes, pero es mayor en el Lote 1 (2.78 vs. 2.11%). El fósforo (P) en el Lote 1 está en el rango óptimo (17 ppm) sin embargo, en el Lote 2, con un uso más intensivo, el P está en exceso con 80 ppm. El K está en exceso en ambos lotes.

Tratamientos, Variables y Análisis Estadístico

Se estudiaron ocho tratamientos en parcelas de 5m x 4m (20 m^2) con cuatro hileras de 1 m de ancho y 5 m de largo con una población de 50,000 plantas ha^{-1}. Los tratamientos resultaron de 2 dos variedades:1) Chichen Itza (Chi) y 2) Sac Beh (Sac) combinadas con 4 niveles de fertilización: 1) fertilización química ($N\text{-}P_20_5\text{-}K_2O$): (60-80-00) denominada (Quimico 1), 2) fertilización química con biofertilizantes (60-80-00 + Mycorrhizae + Azospirillum) denominada (Químico 1-Bio), 3) segunda dosis de fertilización química con biofertilizantes (30-80-00 + Mycorrzas + Azospirillum) denominado (Químico 2-Bio) y 4) un testigo absoluto (00-00-00) denominado (Testigo), distribuidos en un diseño de Bloques Completamente al Azar con tres repeticiones en cada lote. Los tratamientos se identificaron de la siguiente manera: **T1 (Testigo-Chi), T2 (Testigo-Sac), T3 (Químico 1-Chi), T4 (Químico 1-Sac), T5 (Químico 1-Bio-Chi), T6 (Químico 1-Bio-Sac), T7 (Químico 2-Bio-Chi), T8 (Químico 2-Bio-Sac).**

Se seleccionaron seis plantas con competencia completa que al final del ciclo fisiológico se les midió la producción de biomasa total base seca en t ha^{-1}(tallos, hojas, totomoxtle y grano) y se calculó el ÍNDICE DE COSECHA (IC) con la fórmula: Peso de Grano/Biomasa Total, efectuando un Análisis de Varianza (ANOVA) con sus Coeficientes de Variación (CV).

Inoculación de biofertilizantes y fertilización química

Las semillas se inocularon con una mezcla (proporción 1: 1) de ambos: 1) biofertilizante de la marca INIFAP^{MR} con *Rhizophagus intraradices* en una concentración de ≥60 esporas y 2) *Azospirillum brasilense* en una concentración de $1x10^{-6}$ Unidades Formadoras de Colonias (UFC) mL^{-1}. Después de inoculadas se secaron a temperatura ambiente durante 8 horas y se sembraron en las parcelas experimentales. 15 días después de la siembra se procedió a la aplicación del fertilizante químico en los tratamientos correspondientes. El fertilizante se depositó a 10 cm del tallo enterrado en forma de Urea (N) y Superfosfato Triple de Calcio (P) en una sola aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis estadístico

En el Cuadro 1 se consignan los Cuadrados Medios y la significancia estadística al someter el rendimiento de grano y los otros componentes de la biomasa (t ha^{-1}) al ANOVA correspondiente. No se encontraron diferencias estadísticas (p=95%); por lo que aplicar fertilizantes químicos (Químico), solos o combinados con biofertilizantes (Químico-Bio) e incluso no aplicar ningún tratamiento (Testigo) resulta igual estadísticamente hablando. Sin embargo, posteriormente se discutirá la información considerando los datos aritméticos de la investigación.

Los CV´s (%) fluctuaron de 0.014 en Biomasa Lote 2 hasta 18.23 en Biomasa Lote 1. Autores como Pimentel (1985) comentan que los CV´s pueden ser diferentes dependiendo del tipo de experimentos. Otros autores (Gómez, K.A. y Gómez, A.A. 1984; Martínez, A.1988; Patel, J.K., Patel, N.M., Shiyani, R.L. 2001) sugieren que cuando los CV´s son superiores al 30% los experimentos son de baja precisión.

Resultados estadísticos similares fueron consignados por Uribe Valle y Dzib Echeverria (2006) y Uribe-Valle et al. (2007) al no encontrar diferencias estadísticas entre rendimientos de maíz al aplicar micorrizas + *Azospirillum,* un tratamiento (N-P_2O_5-K_2O) químico (40-100-00) y un testigo (00-00-00) en un *Luvisol* de Yucatán.

Producción de Biomasa e Índice de Cosecha

Lote 1 vs. Lote 2.

La producción de biomasa parcial, total (t ha^{-1}) y el IC se observa en los Cuadros 2 y 3 donde se consigna la información obtenida de los ocho tratamientos.

Independientemente de los tratamientos, la producción promedio de biomasa parcial en el Lote 1 superó en 2.36 t ha^{-1} a la del Lote 2 y el rendimiento del grano fue 0.76 t ha^{-1} más alto. Esta diferencia puede deberse a los altos contenidos de Na y mayor CE del Lote 2. La sensibilidad del maíz a la salinidad ha sido argumentada por Ayala-Contreras (2015).

A pesar de esa diferencia absoluta, el IC fue semejante en cada lote con 0.41 y 0.42 respectivamente, indicando que, del total de biomasa obtenida, un poco más del 40 % se refiere al grano en ambos lotes experimentales.

Aun cuando existen diferencias importantes en la producción de biomasa parcial entre lotes, el proceso de extracción de foto-asimilados para formar grano (a partir de los foto-asimilados de la biomasa aérea parcial), parecen tener la misma eficiencia en ambos lotes.

Estudios sobre este tema han sido fundamentados en los trabajos de López-Castañeda (2011) al trabajar con cebada en suelos con diferentes condiciones de humedad.

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancias estadísticas entre tratamientos evaluados para rendimiento de grano (t ha^{-1}) y producción de biomasa (t ha^{-1}).

Fuente de Variación					
	GL	Rendimiento grano (t ha^{-1}) (*Lote 1*)	Rendimiento grano (t ha^{-1}) (*Lote 2*)	Biomasa Parcial (t ha^{-1}) (*Lote 1*)	Biomasa Parcial (t ha^{-1}) (*Lote 2*)
Tratamientos	7	1.946 *ns*	4.199 *ns*	1.592 *ns*	1.025 *ns*
Repeticiones	2	0.067 *ns*	2.918 *ns*	0.471 *ns*	0.177 *ns*
Error	14	10.88	3.441	2.114	0.786
CV (%)		16.07	10.88	18.23	0.014

ns= No significancia al 95%

Chichen y Sac Beh. Lote 1

En el mismo Cuadro 2 se observa la diferencia de respuesta entre variedades. Sac Beh produce más biomasa parcial y también biomasa total (el cual incluye el grano) que la Chichen en todos los tratamientos incluyendo al (Testigo), obteniéndose el máximo IC con el **T6 (Químico 1-Bio-Sac)** con 0.49 y los más bajos con **T2 (Testigo-Sac)** y **(Químico 2-Bio-Sac)** con 0.36 y 0.37 respectivamente**.** Por otra parte, Chichen obtuvo el IC más alto (0.44) con el **T3 (Químico 1-Chi)** y el más bajo (0.40) con el **T7 (Químico 2-Bio-Chi)**.

Chichen y Sac Beh. Lote 2

Al observar el Cuadro 3 del Lote 2 se detecta que, en cuanto a la biomasa parcial, Sac Beh sigue con la producción más alta de materia seca en todos los tratamientos, pero no fue así de consistente con la biomasa total como sucedió en el Lote 1.

En estos suelos de alto uso intensivo agrícola, el IC de la Sac Beh es prácticamente igual (0.41 a 0.42) en todos los tratamientos excepto en el **T2 (Testigo-Sac)** con 0.39. Chichen

obtuvo el IC más alto (0.46) con **T5 (Químico 1-Bio-Chi)** y el más bajo (0.41) con **T7 (Químico 2-Bio-Chi).** Trabajos semejantes, pero con híbridos (H526) han indicado IC´s más elevados de 0.49 y 0.63 (Ramírez Silva et al., 2016).

Cuadro 2. Producción de biomasa total (t ha^{-1}) e índice de cosecha del maíz Chichen Itza y Sac Beh en Lote 1 con bajo uso intensivo del suelo.

Tratamiento (Nº)	Peso Biomasa parcial (tallo, hoja, bracteas), base seca (t ha^{-1})	Rendimiento de grano base seca (t ha^{-1})	Peso de Biomasa total (t ha^{-1})	Índice de Cosecha (IC)
T1 (Testigo-Chi)	8.00	5.66	13.66	0.41
T2 (Testigo-Sac)	8.75	5.05	13.80	0.36
T3 (Químico 1-Chi)	6.80	5.48	12.28	0.44
T4 (Químico 1-Sac)	8.25	5.77	14.02	0.41
T5 (Químico 1-Bio-Chi)	7.50	5.88	13.38	0.43
T6 (Químico 1-Bio-Sac)	8.42	5.83	14.25	0.49
T7 (Químico 2-Bio-Chi)	7.20	5.00	12.20	0.40
T8 (Químico 2-Bio-Sac)	8.78	5.36	14.14	0.37
PROMEDIO	7.96	5.50	13.49	0.41

Cuadro 3. Producción de biomasa total (t ha^{-1}) e índice de cosecha del maíz Chichen Itza y Sac Beh en Lote 2 con alto uso intensivo del suelo.

Tratamiento (Nº)	Peso Biomasa parcial (tallo, hoja, bracteas), base seca (t ha^{-1})	Rendimiento de grano (base seca) (t ha^{-1})	Peso de Biomasa total (t ha^{-1})	Índice de Cosecha (IC)
T1 (Testigo-Chi)	5.60	4.58	10.18	0.44
T2 (Testigo-Sac)	6.40	4.13	10.53	0.39
T3 (Químico 1-Chi)	6.70	5.27	11.97	0.44
T4 (Químico 1-Sac)	6.70	4.94	11.64	0.42
T5 (Químico 1-Bio-Chi)	5.60	4.92	10.52	0.46

T6 (Químico 1-Bio-Sac)	6.00	4.17	10.17	0.41
T7 (Químico 2-Bio-Chi)	6.40	4.62	11.02	0.41
T8 (Químico 2-Bio-Sac)	7.30	5.30	12.60	0.42
PROMEDIO	5.60	4.74	11.08	0,42

(R^2). Rendimiento de grano vs. Biomasa aérea parcial (t ha^{-1})

En el Cuadro 4 se notan los Coeficientes de Determinación (R^2) al comparar los rendimientos de grano con los rendimientos de la biomasa parcial de los ocho tratamientos, ambos reportados en t ha-1 y en base seca.

Los R^2 más altos se obtuvieron con la Sac Beh en ambos lotes experimentales con 0.75 y 0.84 para el Lote 1 y Lote 2 respectivamente; mientras que la Chichen mostro Coeficientes de Determinación muy bajos de 0.19 y 0.27 para cada lote respectivamente. Esto indica que los rendimientos de grano de la Sac Beh estuvieron más asociados a la producción de la biomasa aérea que la Chichen.

Cuadro 4. Coeficientes de Determinación ($R^{2)}$ para Rendimiento de grano (Y) vs. Biomasa parcial (t ha^{-1})

VARIEDAD/LOTE	Y (t ha^{-1})	X Biomasa Parcial (t ha^{-1})	R^2
Chichen Itza (Lote 1)	5.51	7.38	0.19
Chichen Itza (Lote 2)	4.84	6.08	0.27
Promedio	*5.17*	*6.73*	*0.23*
Sac Beh (Lote 1)	5.50	8.55	0.75
Sac Beh (Lote 2)	4.64	6.60	0.84
Promedio	*5.07*	*7.57*	*0.80*

CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos en ningún Luvisol. La biomasa aérea total, fue superior en el Lote 1 que en el lote2. Sac Beh acumuló, en el Lote 1, más biomasa que la Chichen en todos los tratamientos obteniendo el máximo IC con el T6 (Químico 1-Bio-Sac) con 0.49 y los más bajos con el T2 (Testigo-Sac) y T8 (Químico 2-Bio-Sac) con 0.36 y 0.37 respectivamente. Por otra parte, Chichen obtuvo el IC más alto (0.44) con el T3 (Químico 1-Chi) y el más bajo (0.40) con el T7 (Químico 2-Bio-Chi). En el Lote 2 Sac beh acumuló mayor biomasa parcial que la Chichen y su IC fue prácticamente igual en todos los tratamientos (0.41-0.42) excepto con el T2 (Testigo-Sac) con 0.39. Chichen obtuvo el IC más alto (0.46) con el T5 (Químico 1-Bio-Chi) pero no tan diferente al T1 (Testigo-Chi) y al T3 (Químico 1-Chi) con valores de 0.42. Existe una buena correlación entre rendimiento de grano y biomasa aérea parcial en Sac Beh pero no en Chichen.

REFERENCIAS

Aguilar, C.G., Gómez, M.N., Torres, P. H., Vázquez, C.G. (2010). SAC-BEH y CHICHEN ITZA: Variedades de maíz de calidad proteínica para el sistema de Roza –Tumba –Quema de la Península de Yucatán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochá. Centro Regional del Sureste. 24 p. https://www.compucampo.com/tecnicos/variedades-maizcalidadprote%C3%ADnica-yuc.pdf

Ayala-Contreras, C. A. (2015). Respuesta fisiológica a salinidad en dos genotipos de maíz. Tesis Profesional de Maestría. Departamento de Tecnología de Granos y Semillas. Universidad Autónoma “Antonio Narro”. Saltillo, Coahuila, Diciembre 2015

http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42513

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065211308604253

Carcaño-Montiel, M. G., Ferrera-Cerrato, R., Pérez-Moreno, J., Molina-Galán, J.D., Bashan. Y. (2006). Actividad nitrogenasa, producción de fitohormonas, sideróforos y antibiosis en cepas de *Azospirillum* y *Klebsiella* aisladas de maíz y teocintle. Terra Latinoamericana. 24:493-502. https://www.redalyc.org/pdf/573/57324407.pdf

Gomez, K. A., y A.A. Gomez. (1984). Statistical procedures for agricultural research. 2nd ed. John Wiley Inter Science. Hoboken, N.J., USA. http://www.sciepub.com/reference/51715

López-Castañeda (2011). variación en rendimiento de grano, biomasa y número de granos en cebada bajo tres condiciones de humedad del suelo.Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14 (2011): 907-918 907

Martínez, A. (1988). Diseños experimentales: Métodos y elementos de teoría. Editorial Trillas. México. http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000000681

Mera-Ovando, L. M., Mapes-Sánchez, C. (2009). El maíz. Aspectos biológicos. In: Origen y Diversificación del Maíz: Una Revisión Analítica. T A Kato, C Mapes, L M Mera, J A Serratos, R A Bye (eds). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacio¬nal para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. D.F., México.19-32 pp.

Norma Oficial Mexicana Nom-021-Semarnat-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=791052

Patel, J. K., Patel, N. M., Shiyani, R. L. (2001). Coefficient of variation in field experiments and yardstick thereof-an empirical study. Current Science 81(9): 1163-1164. https://pdfs.semanticscholar.org/2e12/ac240249178564338c173fb608b592fe44e9.pdf

Pimentel, F. (1985). Curso de estatística experimental. Livraria Novel S.A., Sao Paulo Brasil.

Phytomonitor. (2018). Análisis de fertilidad de suelos y niveles de suficiencia. Reportes de laboratorio. Culiacán Sinaloa.

Ramírez Silva, J. H.,Tun Dzul, J. de la C., Cano González, A. 2016. Rendimiento e indice de cosecha en maíz de riego con fertilización orgánica e inorganica en *luvisol rodico* de Yucatán. XXVIII Memorias de la Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2016. V Simposio Internacional en Producción Agroalimentaría Tropical.

Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M., Pennock, D. (2019). La contaminación del suelo: una realidad oculta. Roma FAO

Serna-Saldívar, S. O., Gutiérrez-Uribe, J. A., Mora-Rochin, S., García-Lara, S. (2013). Potencial nutraceútico de los maíces criollos y cambios durante el procesamiento tradicional y con extrusión. Revista Fitotecnia Mexicana. 36(3-A): 295 - 304. https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/36-supl-3-A/3a.pdf

Sistema de información agroalimentario y pesquera (SIAP). (2019). Anuario estadístico - Agricultura. SAGARPA. (http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/).

Turrent-Fernández, A., Wise, T. A., Garvey, E. (2012). Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. Mexican Rural Development Research Report. 24:1-36. https://sites.tufts.edu/gdae/files/2019/10/12-03TurrentMexMaizeSpan.pdf

Uribe-Valle, G. y Dzib-Echeverria R. (2006). Micorriza arbuscular (*Glomus intraradices*), *Azospirillum brasilense* y brasinoesteroide en la producción de maíz en suelo Luvisol. Agicultura Técnica de México. 32(1):67-76. http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v32n1/v32n1a7.pdf

Uribe-Valle, G., Petit, J. y Dzib-Echeverria, R. (2007). Respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de biofertilizantes en el Sistema roza, tumba y quema en suelo alfisol (Chac Lu´um nomenclatura maya), en Yucatán, México. Agricultura Andina. 13:3-18. http://www.revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/agri/n13/articulo1.pdf

CÁLCULO DE GRADOS DÍA USANDO TEMPERATURA REGISTRADA CADA 15 MINUTOS

DEGREES DAYS CALCULATION USING TEMPERATURE EVERY 15 MINUTES

Luis. A. González Jasso*, Carlos Rojas Santillán, Noé Chávez Sánchez, Mario P. Narváez Mendoza*, Miguel A. González González***

***Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. Correo electrónico: gonzalez.luis@inifap.gob.mx**
****Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Delicias, Carretera Km 2 Delicias-Rosales, Delicias, Chihuahua. México.**

RESUMEN

En este trabajo se propone un cálculo de grados día (°D) que tenga mayor aproximación a los °D registrados por la integral bajo la curva de la temperatura registrada por día. Llevar la cuenta de los °D es importante tanto para conocer desarrollo de cultivos agrícolas, de plagas y enfermedades, la productividad del ganado y bosques, así como otras materias como la construcción, el desarrollo automotriz, entre otras. Este tipo de desarrollo, ya sea natural o industrial, se da entre unos umbrales de temperatura conocidos como umbrales superior e inferior, dentro de los cuales existe una zona de confort donde se dan estos desarrollos de forma plena. Con la ayuda del registro intenso realizado por estaciones meteorológicas automatizadas o EMAs, se puede saber con muy buena precisión la curva de la temperatura que permita el cálculo del área bajo esta curva, mientras menos sea el periodo de tiempo entre lectura y lectura de temperatura, mayor será la precisión del cálculo de los °D. En este trabajo se cuenta con información generada por EMAs (ubicadas en Chihuahua) cada 15 minutos, es decir, 96 lecturas en un día. Los resultados obtenidos con el método propuesto estuvieron más apegados al área bajo la curva registrada mediante integración de la función de la temperatura con respecto al tiempo. Al existir otros métodos, como el seno simple y seno doble, resultaría interesante comparar este método con ellos en un trabajo futuro.

ABSTRACT

In this work, a calculation of degree days (° D) is proposed that has a greater approximation to the °D registered by area under the curve of the day temperature. Keeping track of the °D is important both to know the development of agricultural crops, pests and diseases, the productivity of livestock and forests, as well as other matters such as construction, automotive development, among others. This type of development, whether natural or industrial, occurs between temperature thresholds known as upper and lower thresholds, within which there is a comfort zone where these developments take place fully. With the help of the intense recording carried out by automated meteorological stations or EMAs, the temperature curve can be known with very good precision that allows the calculation of the area under this curve, the less the period of time between reading and temperature reading, the greater the precision of the ° D calculation. In this work there is information generated by EMAs (located in Chihuahua) every 15 minutes, that is, 96 readings in one day. The results obtained with the proposed method were more closely related to the area under the curve recorded by integrating the

function of temperature with respect to time. As there are other methods, such as single sine and double sine, it would be interesting to compare this method with them in a future work.

INTRODUCCION

La variabilidad del tiempo atmosférico incide directamente en la producción de cultivos agrícolas, desarrollo de plagas y enfermedades, así como la productividad física del ganado y bosques. Uno de estos factores importantes es sin duda la temperatura, ya que tiene mayor influencia sobre los eventos fisiológicos de plantas y animales (Lopez Collado and Bravo-Mojica, 2014). Los grados día (°D) son los requerimientos para calcular la demanda energética, necesaria para alcanzar la zona de confort, acumulada en un cierto periodo de tiempo (Fuentes-freixanet, 2015). Los °D son, por lo tanto, esa demanda energética requerida en un periodo de tiempo por día. La zona de confort es aquella zona donde la temperatura media por hora está por encima de una temperatura base inferior (T_{BI}) y por debajo de una temperatura base superior (T_{BS}). La temperatura que se encuentra por encima de la $T_{BI,}$ y debajo de la T_{BS} sirve para que la fenología de las plantas e insectos se mantenga activa (Lopez Collado and Bravo-Mojica, 2014). Ambas temperaturas (T_{BI} y T_{BS}), se estimas para cada planta e insecto que se desee estudiar, por lo que estos valores no son los mismos siempre. La Figura 1 muestra el concepto de zona de confort con mayor claridad.

Anteriormente, al no contar con estaciones meteorológicas automatizadas (EMAs), se utilizaban métodos para calcular los °D con información generada por estaciones convencionales, que registraban datos de temperatura máxima y mínima diaria solamente. El método comúnmente usado es el residual. Este método intentaba acercarse a la temperatura media mediante su máxima y mínima (temperatura máxima menos mínima sobre dos). El problema con este método, y en general con todos los otros que hacen uso de la temperatura máxima y mínima, es que la curva resultante es una línea recta. Bajo el concepto de °D, se entiende que este es el área bajo la curva que está entre las temperaturas base inferior y superior. Como se puede ver en la Figura 1, la temperatura no tiene un comportamiento lineal, esto conlleva un alto error en ese cálculo. En este trabajo se contempla un método mucha más sencillo de realizar y con un coste computacional mucho menor al calcular la integral de la función de la temperatura (recordando que la integral de una función es el área bajo la curva). Dado que los datos de temperatura son en un lapso de tiempo de 15 minutos, estos datos por si mismos son de gran utilidad (Mitra et al. 2002) y permiten obtener una función de la temperatura con respecto al tiempo más definida. Para validar este método, se comparará el valor obtenido de la integral de la función de la temperatura contra el método propuesto y el método residual, con datos de estaciones meteorológicas ubicadas en Chihuahua, durante el mes de agosto.

Figura 2 Ejemplo de zona de confort (zona gris) para el crecimiento fenológico del maíz, con temperaturas base de 10 y 27 °C

MATERIALES Y METODOS

En la elaboración de este trabajo se utilizaron los datos de temperatura de 3 EMAs ubicadas en el estado de Chihuahua y distribuidas en diferentes zonas productoras de maíz. Las estaciones seleccionadas se obtuvieron realizando un proceso de verificación de homogeneidad para evitar que tuvieran datos parecidos entre ellas. Los datos de temperatura se utilizaron con una frecuencia de 96 datos por día, es decir, un dato de la temperatura promedio cada 15 minutos, a lo largo del mes de agosto del año 2019.

Para obtener el área bajo la curva mediante la integración de la función de la temperatura, se desarrollaron regresiones polinómicas de grado 5 para estimar la ecuación de la curva, este tipo de regresión es de la forma como se muestra en la ecuación 1. Con la ecuación de la curva por día, se desarrolló la integral de esta curva de 0 a 95 (ya que son 96 datos por día), reemplazando los valores que estén por debajo y por encima de la zona de confort con el valor de T_{BI} y T_{BS} respectivamente. Para este trabajo se utilizó como referencia el maíz, debido a que este cultivo es uno de los más sembrados en el estado de Chihuahua. Los valores que más se utilizan de T_{BI} y T_{BS} son 10°C y 30°C, respectivamente (Hou *et al.*, 2014). Con el valor calculado a partir de la integral evaluada entre 0 y 95, se le restará el valor de T_{BI} para así obtener el área bajo la curva de la función, que esté dentro de la zona de confort. En la Figura 2 se muestra en color verde el área bajo la curva dentro de la zona de confort, que representa los °D.

$$at^5 + bt^4 + ct^3 + dt^2 + et + f = 0 \qquad \text{ecuación 1}$$

El método propuesto para realizar el cálculo de los °D es obtener el promedio de los 96 valores obtenidos de forma diaria y a este valor restarle $T_{BI.}$

El método residual se muestra en la ecuación 2. Para todos los casos, se reemplazó los datos que se encuentran fuera de la zona de confort, de tal forma que el dato fuera de este rango toma el valor de T_{BI} o T_{BS}, según corresponda.

$$°D = \frac{Tmax+Tmin}{2} - \text{TBI} \qquad \text{ecuación 2}$$

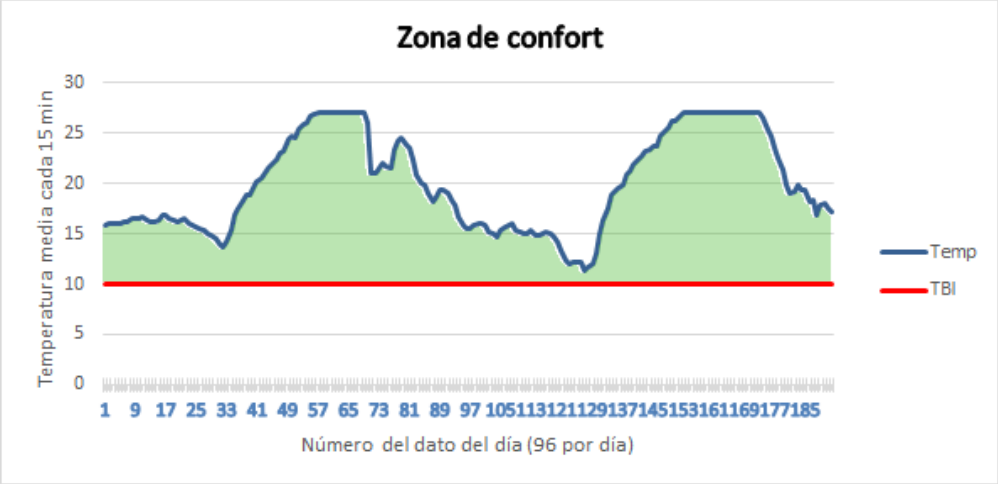


Figura 3 Área bajo la curva que define a los °D. Los valores de temperatura inferiores a TBI o superiores a TBS son remplazados por cada uno respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se muestran los promedios diarios de cada una de las tres estaciones. Como se puede observar el método residual es el que menos se aproxima a la integración. Aunque el error no es muy representativo de forma diaria, si se hace el acumulado para el mes completo, habría aproximadamente 7 unidades calor extras por solo 2 en el caso del promedio, para el caso de la Estación 1. Si este cálculo se utiliza para planificar riego, por ejemplo, se podría dar el caso de que se esté regando de más o de menos según la etapa fenológica del cultivo, dándose mayor importancia en los momentos que más agua requiere el cultivo y esta es cortada por considerarse que ya está en una etapa que no requiere agua. En general se observa una mejor aproximación del método propuesto con respecto a la integración.

Cuadro 2 Valores promedio diario de °D en cada una de las estaciones para cada uno de los métodos calculados.

	Integración	Promedio	Residual
Estación 1	10.098	10.1573	10.3
Estación 2	11.589	11.349	11.167
Estación 3	9.384	9.697	9.815

CONCLUSIONES

En el cálculo de los °D mediante el método del promedio diario, se observó un mejor ajuste que el correspondiente con el método residual. Este método puede ser una alternativa al método residual. Además de que este método tiene un coste computacional menor que el método de integración, que por definición es el más certero. Para poder resolver la ecuación de grado 5 (necesaria para la integración), se deben realizar varias operaciones matriciales

que lo hacen poco práctico para aplicaciones que se realizan en línea, como estimación de fase fenológica de algún cultivo o plaga o bien la estimación de riego. Dado que sólo Chihuahua cuenta con más de 40 EMAs, realizar este cálculo por cada uno de los usuarios que trabajen al mismo tiempo, limita los recursos tanto de memoria RAM como de procesamiento con los que cuenta el servidor que aloja dichas aplicaciones. Cabe resaltar que sería necesario comparar este método con otros como el seno simple y seno doble para ver qué tanta diferencia existe entre cada método.

REFERENCIAS

Fuentes-freixanet, V. (2015) 'Grados-Dia como herramienta de control bioclimatico', XXXIV Semana Nacional de Energia Solar - Asociacion Nacional de Energia Solar, 1.

Hou, P.; Liu, Y.; Xie, R.; Ming, B.; Ma, D.; Li, S. and Mei, X. 2014. Temporal and spatial variation in accumulated temperature requirements of maize. Field Crops Res. 158:55-64.

Lopez Collado, J. and Bravo-Mojica, H. (2014) 'Temperaturas umbrales de desarrollo y grados-dia del pulgon verde Acyrthosiphon pisum (Homoptera: Aphididae)', Agrociencia. Serie Proteccion Vegetal., 1(January 1991).

Mitra, S., Pal, S. K., & Mitra, P. (2002). Data mining in soft computing framework: A survey. IEEE Transactions on Neural Networks, 13(1), 3–14.

CALIDAD FÍSICA DE PASTAS ELABORADAS CON COTILEDONES DE FRIJOL NEGRO SAN LUIS

PHYSICAL QUALITY OF PASTA PREPARED WITH NEGRO SAN LUIS BEAN COTYLEDONS

Cruz-Bravo, Raquel[1]*; Herrera, Mayra Denise[1]; Sánchez-Toledano, Blanca Isabel[1]; Hernández-Reyes, Ana Isabel[1]

[1]INIFAP Zacatecas, Carretera Zacatecas- Fresnillo Km. 20.5. Calera de V.R., Zacatecas. C.P. 98500. *E-mail: cruz.raquel@inifap.com.mx

RESUMEN

El frijol común en México se considera un producto estratégico en el desarrollo rural y social del país, ya que representa una tradición productiva y de consumo, cumpliendo funciones tanto alimentarias como socioeconómicas. Sin embargo, su consumo ha disminuido considerablemente en las últimas décadas debido a la modificación de la dieta de la población mexicana, donde predominan los carbohidratos simples y grasas saturadas. Esto, aunado a las mermas comerciales, ha generado la necesidad de incrementar su valor y competitividad comercial. En estudios anteriores, hemos observado que el uso del grano entero genera mayor rechazo del producto, probablemente por la presencia de compuestos fenólicos en la testa del grano. Es por ello que en este estudio se propuso utilizar los cotiledones del grano de frijol Negro San Luis para obtener una pasta y dar una alternativa con mayor calidad nutricional y nutracéutica que su contraparte convencional (trigo), además de dar valor agregado al cultivo. Para lograr el objetivo anterior, se decorticaron los granos del frijol para separar la testa de los cotiledones; estos últimos se molieron y tamizaron para obtener una harina fina. Posteriormente, se extrudió la harina y se elaboraron pasta tipo tallarines con sémola de trigo (ST) y la harina extrudida de cotiledones (HEC) en una proporción 75/25 (ST/HEC, respectivamente), así como un testigo de 100 % ST. Se compararon algunas propiedades físicas entre la harina cruda y la harina extrudida de cotiledones, donde se observó que la harina extrudida presenta una mayor capacidad de absorción de agua, lo que conviene para la elaboración de pastas con mayor aceptabilidad. Aunque las propiedades físicas de las pastas ST y pastas con ST/HEC presentaron características similares, se observó la necesidad de modificar en el futuro la formulación para disminuir el tiempo de cocción y sedimentos de ambas pastas, así como aumentar su tolerancia a la desintegración.

ABSTRACT

Common bean in Mexico is considered as a strategic product in the rural and social development of the country, since it represents a productive and consumption tradition, fulfilling both food and socioeconomic functions. However, its consumption has decreased considerably in recent decades due to the modification of the diet of the Mexican population, where simple carbohydrates and saturated fats predominate. This, together with the commercial losses, has generated the need to increase its value and commercial competitiveness. In previous studies, we have observed that the use of whole grain generates greater rejection of the product, probably due to the presence of phenolic compounds in the grain husk. That is why in this study it was proposed to use the cotyledons of the Negro San Luis bean to obtain a paste and provide an alternative with higher nutritional and nutraceutical quality than its conventional counterpart (wheat), in addition to giving added value to the crop. To achieve the previous objective, bean grains were decorticated to separate the husk from the cotyledons; the latter were ground and sifted to obtain a fine flour. Subsequently, the flour was extruded and noodles were made with wheat semolina (ST) and extruded cotyledon flour (HEC) in a 75/25 ratio (ST / HEC, respectively), as well as a control of 100% ST. Some physical properties were compared between raw flour and extruded cotyledon flour, where it was observed that the extruded flour has a higher water absorption capacity, which is convenient for the production of pasta with greater acceptability. Although the physical properties of ST pastes and pastes with ST / HEC presented similar characteristics, it was observed the need to modify the formulation in the future to reduce the cooking time and sediments of both pastes, as well as increase their tolerance to disintegration.

INTRODUCCIÓN

El frijol en México se considera un producto estratégico en el desarrollo rural y social del país, ya que representa toda una tradición productiva y de consumo, cumpliendo diversas funciones tanto de carácter alimentario como para el desarrollo socioeconómico. Sin embargo, su consumo ha disminuido considerablemente en las últimas décadas debido a la modificación de la dieta de la población mexicana, donde predominan los carbohidratos simples y grasas saturadas. Esto, aunado a las mermas comerciales, ha generado la necesidad de incrementar su valor y competitividad comercial. Es por ello que en este estudio se propuso utilizar los cotiledones del grano de frijol Negro San Luis para obtener una pasta dar una alternativa con mayor calidad nutricional y nutracéutica que su contraparte convencional (trigo), además de dar valor agregado al cultivo. Para lograr el objetivo anterior, se decorticaron los granos del frijol para separar la testa de los cotiledones; estos últimos se molieron y tamizaron para

obtener una harina fina. Posteriormente, se extrudió la harina y se elaboraron tallarines con sémola de trigo (ST) y la harina extrudida de cotiledones (HEC) así como un control de 100 % ST. Finalmente, se realizó el análisis proximal y contenido de fibra de las harinas y las pastas correspondientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El frijol variedad Negro San Luis fue adquirido por un productor local de dicha variedad de frijol. Los ingredientes para elaborar la pasta tipo tallarines fueron comerciales.

Los granos de frijol se limpiaron y se decorticaron, se separó la testa de los cotiledones y estos últimos se molieron para obtener una harina fina.

Para la extrusión se acondicionó la humedad de la harina de cotiledones al 22 %. Las condiciones utilizadas fueron: 120 °C para las cuatro zonas del extrusor, velocidad de alimentación de 30 g de muestra por minuto, velocidad de extrusión de 95 rpm.

Se elaboraron pastas de manera artesanal con una proporción de harinas de: 75 % sémola de trigo y 25 % cotiledones de frijol. La formulación general fue de 25 % agua, 5 % huevo, 52.5 % de sémola de trigo (ST) y 17.5 % de harina extrudida de cotiledones de frijol (HEC).

Análisis físicos (AAC 66-50; Beuchat, 1977; Bryant and Hamaker, 1997): Se determinó la capacidad de absorción de agua (CAAG), capacidad de aumento de volumen (CAA), capacidad de hinchamiento y la capacidad de retención de agua (CRA) en las harinas de cotiledones de frijol, tanto cruda como extrudida. Se determinó el tiempo de cocción, ganancia de peso, aumento de volumen, porcentaje de sedimentación y el índice de tolerancia a la cocción en las pastas con ST y pastas con ST/HEC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó la comparación entre las propiedades físicas de la harina cruda de cotiledones de frijol Negro San Luis (NSL) y la harina extrudida de los cotiledones. Como puede observarse, la harina extrudida presentó una mayor capacidad de absorción de agua (Cuadro 1), así como una mayor capacidad de retención de agua (Figura 1), características que la hacen una mejor candidata para elaborar las pastas. Sin embargo, la capacidad de absorción de aceite y la capacidad de hinchamiento (Cuadro 1) fueron similares estadísticamente.

Cuadro 1. Pruebas físicas de las harinas de cotiledones de frijol Negro San Luis

Harina	CAAG	CAA	CH
HCC	1.61 ± 0.12b	1.45 ± 0.12a	11.365 ± 0.21a
HEC	2.24 ± 0.02a	1.10 ± 1.06a	11.360 ± 0.19a

Los resultados se presentan como la media ± el error estándar de dos experimentos independientes. Letras diferentes por columna indican diferencia significativa (α= 0.05); prueba *t*.
HCC: harina cruda de cotiledones de frijol Negro San Luis
HEC: harina extrudida de cotiledones de frijol Negro San Luis

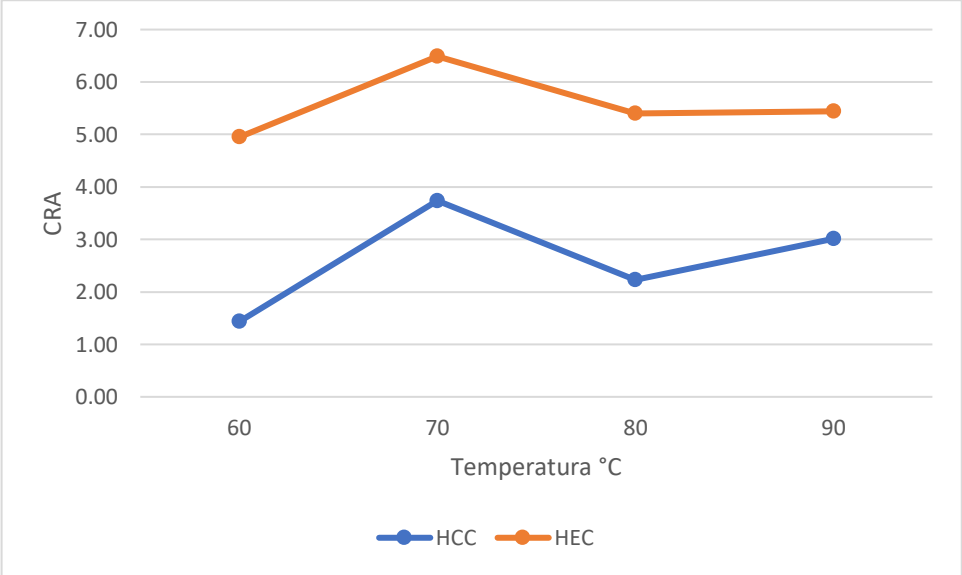


Figura 1. Capacidad de retención de agua de la harina cruda de cotiledones (HCC) y la harina extrudida de cotiledones (HEC).

Por otra parte, se determinaron algunas propiedades físicas a las pastas elaboradas con ST (control) y las pastas con harina compuesta, esto es, ST/HEC (Cuadro 2). Como puede observarse, el tiempo de cocción fue similar, lo cual implica que la adición de HEC en la proporción utilizada en este estudio no influyó negativamente respecto a una pasta elaborada totalmente con trigo; sin embargo, ambos tiempos fueron elevados comparados con los estándares comerciales, lo cual se ve relejado en la alta tolerancia a la cocción de ambas pastas (tallarines).

Por otra parte, se observa que la ganancia de peso fue significativamente mayor en la pasta elaborada con ST/HEC, lo cual puede significar un producto más suave y resistente al quiebre. El porcentaje de sedimentación fue mayor en la pasta ST/HEC respecto a la pasta control (ST), lo cual se relaciona con la capacidad de desintegración de la pasta.

Cuadro 2. Pruebas de cocción en pastas elaboradas con sémola de trigo (ST) y harina extrudida de cotiledones de frijol (HEC)

Pasta	Tiempo de cocción (min)	Ganancia de peso (%)	Aumento de volumen	Sedimentación (%)	Tolerancia cocción (min)
Control	27 ± 1.1a	164.40 ± 8.92b	1.05 ± 0.1a	19 ± 0.01b	17 ± 0.5a
75 T/ 25 F	26 ± 0.29a	209.15 ± 6.59a	1.29 ± 0.02a	28 ± 1.0a	19 ± 1.0a

Los resultados se presentan como la media ± la desviación estándar de dos experimentos independientes. Letras diferentes por columna indican diferencia significativa (α= 0.05); prueba *t*.
Control: pasta elaborada con 100 % sémola de trigo.
T/F: pastas con sémola de trigo/harina extrudida de cotiledones frijol variedad Negro San Luis, respectivamente.

Estos resultados muestran que, aunque en algunos parámetros la pasta con HEC presentó mejores propiedades que el control, existe la necesidad de mejorar la formulación para evitar su desintegración durante la cocción y disminuir el tiempo de cocción.

CONCLUSIONES

La pasta elaborada con harina extrudida de cotiledones de frijol Negro San Luis presentó algunas propiedades físicas similares a la pasta control elaborada solamente con sémola de trigo. Sin embargo, existe la necesidad de modificar la formulación de ambas pastas, ya que es necesario disminuir el tiempo de cocción y aumentar la resistencia al quiebre o desintegración durante la cocción, por lo que se sugiere aumentar el contenido de huevo en la misma.

REFERENCIAS

[AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2002. Official methods of analysis. 17th ed. Arlington, Va.: AOAC.

Beuchat, L.R. 1977. Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein. J. Agr. Food Chem. 25:258-261.

Bryant, C. M., and B. R. Hamaker. 1997. Effect of lime on gelatinization of corn flour and starch. Cereal Chemistry 74: 171-175.

CALIDAD INDUSTRIAL DE VARIEDADES Y GENOTIPOS DE TRIGO DURO

INDUSTRIAL QUALITY OF DURUM WHEAT VARIETIES AND GENOTYPES

Alvarado-Padilla, Jorge Iván[1]; Ibba, Itria [2]; Santa-Rosa, Rene Hortelano [4]; Chávez-Villalba Gabriela [3] y Martínez-Cruz Eliel [4].

[1]Campo Experimental Valle de Mexicali-INIFAP, Mexicali, Baja California. [2]Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Texcoco, Edo. de México. [3]Campo Experimental Norman E. Borlaug, Ciudad Obregón, Sonora, [4]Campo Experimental Valle de México, Texcoco, Edo. de México. alvarado.jorge@inifap.gob.mx

RESUMEN

El mejoramiento genético del trigo está enfocado en mejorar la calidad industrial del grano de trigo, por lo que objetivo del trabajo fue identificar variedades y líneas avanzadas que conjunten rendimiento, color de harina integral y proteína en grano que puedan sembrarse en el Valle de Mexicali, B. C. Para cumplir con este objetivo se analizó grano que fue producido en el ciclo agrícola o-i 2017-2018, los parámetros evaluados fueron color de harina integral, proteína en grano, rendimiento de grado, peso de mil granos y peso específico. El diseño experimental fue un bloques al azar con tres repeticiones y se realizó el análisis de varianza para cada una de las variables estudiadas y se obtuvieron las medias de todos los genotipos usando el paquete estadístico SAS. Los resultados mostraron diferencias significativas entre variedades y genotipos para todas las variables evaluadas. En conclusión, las líneas 1 y 2 cubren las necesidades de los agricultores y cumplen con la calidad industrial que demanda el mercado.

ABSTRACT

The genetic improvement of wheat is focused on improving the industrial quality of the wheat grain, the objective of the work was to identify advanced varieties and lines that combine yield, color of whole flour and grain protein that can be planted in the Valley Mexicali, B. C. To meet this objective, grain that was produced in the agricultural cycle o-i 2017-2018 is analyzed, The parameters evaluated were color of whole flour, grain protein, grade yield, thousand grain weight and specific weight. The experimental design was a randomized block with three replications and analysis of variance was performed for each of the variables studied and the means of all genotypes were obtained using the SAS statistical package. The results showed significant differences between varieties and genotypes for all the variables evaluated. In conclusion, lines 1 and 2 cover the needs of farmers and meet the industrial quality demanded by the market.

INTRODUCCION

El mejoramiento genético del trigo en México está enfocado principalmente en reducir estrés causado por factores bióticos y abióticos del ambiente, resistencia genética contra patógenos causantes de enfermedades, incrementar el potencial de rendimiento y mejorar la calidad industrial del grano (Villaseñor, 2015). El tamaño de grano asociado el peso específico, color de sémola y acumulación de proteína en grano, son algunos de los parámetros de calidad en los que se ha trabajado (Roncallo *et al*., 2009; Partida *et al*., 2009; Olán *et al.,* 2012), el programa de mejoramiento genético del Campo Experimental Valle de Mexicali en Baja

California (B.C.) está orientado en liberar variedades con rendimiento y calidad industrial (Alvarado *et al*., 2019). El objetivo del trabajo fue identificar variedades y líneas avanzadas que conjunten rendimiento, color de harina integral y proteína en grano que puedan sembrarse en el Valle de Mexicali, B. C.

MATERIALES Y METODOS

El material genético utilizado fueron seis variedades y nueve líneas avanzadas (Cuadro 1) las cuales fueron sembraron en el Campo Experimental Valle de Mexicali (CEMEXI) perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en Mexicali, B. C. en el ciclo Otoño-Invierno (O-I) 2017-2018. La siembra y la conducción agronómica de los experimentos se realizaron siguiendo las recomendaciones emitidas por el INIFAP para el Valle de Mexicali (Alvarado *et al*., 2014). El diseño experimental usado fue bloques completos al azar con tres repeticiones, la unidad experimental consistió de dos surcos de tres metros de longitud y sobre el lomo del surco se sembraron dos hileras con una separación de 30 cm y 75 cm entre surcos. Las parcelas experimentales se cosecharon con una mini-combinada y las muestras se limpiaron para ser analizadas en el laboratorio de calidad del trigo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Se evaluó peso específico (kg hL^{-1}), peso de 1000 granos (g), contenido de proteína en grano ajustada al 12.5% de humedad (%), color de sémola (b Minolta) y rendimiento de grano (kg ha^{-1}).

El peso hectolitrito fue determinado en una balanza Winchester Bushel Meter o Ohaus (Método 55-10, AACC, 2005), el peso de mil granos se determinó usando un contador de granos y al tener los 1000 granos se pesó con una báscula granataria, el contenido de proteína en el grano (%), se estimó mediante un espectrofotómetro de reflectancia de luz dentro del rango del infrarrojo cercano marca Perten, el color se determinó en harina integral usando un equipo de reflectancia de luz marca Medidor Cromático CR-400.

Se realizó el análisis de varianza para cada una de las variables estudiadas y se obtuvieron las medias de todos los genotipos usando el paquete estadístico SAS.

Cuadro 1. Genotipos evaluados en Mexicali, B. C. durante el ciclo agrícola O-I 2017/2018.

Genotipo	Cruza	Historial de Selección
Línea 1	CBC 509 CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ ALTAR ……	CDSS13Y00266S-099Y-012M-24Y-3M-0Y
Línea 2	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5……..	CDSS13Y00247S-099Y-030M-19Y-4M-0Y
Línea 3	SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACAN INIA/11……	CDSS13Y00195S-099Y-020M-3Y-3M-0Y
Línea 4	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHEN…..	CDSS13Y00252S-099Y-056M-12Y-1M-0Y
Línea 5	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/……	CDSS13Y00251S-099Y-031M-24Y-1M-0Y
Línea 6	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/…….	CDSS13Y00248S-099Y-026M-15Y-1M-0Y
Línea 7	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHEN…..	CDSS13Y00248S-099Y-026M-1Y-3M-0Y
Línea 8	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/	CDSS13Y00254S-099Y-042M-16Y-4M-0Y
Línea 9	EUPODA_3/SLA_2//MINIMUS/3/PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT……	CDSS12Y00636S-041Y-034M-2Y-0M
CIRNO C2008 (Testigo de rendimiento)	SOOTY_9/RASCON_37//CAMAYO	CGSS02Y00004S-2F1-6Y-0B-1Y-0B
Martínez C2016 (Testigo de rendimiento)	RASCON_38/SNITAN/9/USDA59/3/D67.3/……	CDSS02Y00379S-0Y-0M-13Y-0Y

CENEB ORO C2017 (Testigo de color)	CNDO/PRIMADUR//HAI-OU-17/3/SNITAN/4……..	CDSS07Y00184S-099Y-099M-12Y-1M-04Y-0B
Isabel Oro C2018 (Testigo de color)	PATKA_4/THKNEE_9//CABECA_1/3/ISLOM_1/DUKEM_2//……..	CDSS07Y00692T-099Y-099M-14Y-3M-04Y-0B
Orita (Testigo de proteína)		
Desert King (Testigo de proteína)		

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza, donde los genotipos presentaron diferencias altamente significativas en todas las variables. Estos resultados concuerdan con Olán *et al*. (2012), quienes mencionan que el peso hectolítrico máximo alcanzable por una línea o variedad depende significativamente de las condiciones ambientales o manejo del agua durante el desarrollo del cultivo. Ding *et al*. (2020) publicaron que la respuesta de contenido de proteína en grano depende de un sistema de rotación y una distribución de la fertilización nitrogenada durante el desarrollo del cultivo de trigo, lo cual coincide con esta investigación dado que la fertilización nitrogenada se dividió en cuatro aplicaciones en la etapa fenológica de germinación, amacollo, encañe y antesis.

Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza de propiedades físicas del grano de los genotipos evaluados en Mexicali, B. C. durante el ciclo agrícola O-I 2017/2018.

Fuente de variación	Grados de libertad	Peso hectolítrico	Peso de 1000 granos	Proteína en grano	Color de sémola	Rendimiento de grano
Genotipos	14	1.8**	38.8**	0.8**	3.1**	642577.2**
Bloques	2	0.2ns	0.4ns	0.2 *	0.02ns	94734.4ns
Error	28	0.2	0.8	0.03	0.02	49788.1

**, * y ns = diferencias altamente significativas, significativas y no significativas, respectivamente; error del análisis general.

En el Cuadro 3 se presentan las medias de las variables evaluadas por genotipo, para el caso de rendimiento de grano se consideró la variedad CIRNO C2008 y Martínez C2016 como testigo, las cuales fueron superadas por dos líneas y la variedad Isabel Oro C2018, las variedades consideradas como testigos en proteína en grano fueron Orita y Desert King y solo tres líneas superan a Desert King pero no a la variedad Orita. Para la variable de color se consideró la variedad CENEB ORO C2017 como testigo y seis líneas superaron al testigo de color. De tal manera que, con base a las medias de las variables evaluadas, las líneas 1 y 2 son las sobresalientes en rendimiento, proteína y color. Las líneas 3, 7 y 8 son líneas que tienen proteína y color, con rendimientos de 7440, 7909 y 7824 kg ha^{-1} respectivamente. Cuatro líneas (4, 5, 6 y 9) y la variedad Isabel Oro C2018 son genotipos de alto rendimiento y color, pero con proteínas que no superan el 12.0%.

Cuadro 3. Medias de las propiedades físicas del grano de los genotipos evaluados en Mexicali, B. C. durante el ciclo agrícola O-I 2017/2018.

Genotipo	Rendimiento de grano (kg ha^{-1})	Peso hectolítrico (kg hL^{-1})	Peso de mil granos (g)	Proteína en grano (%)	Color de harina integral (b Minolta)
Línea 1	8516	83.1	46.3	12.4	18.8
Línea 2	8244	82.5	41.8	12.4	18.3

Línea 3	7440	81.0	53.9	12.2	18.8
Línea 4	8153	82.1	45.4	11.6	19.1
Línea 5	8589	81.3	42.8	11.3	18.8
Línea 6	8400	83.0	49.2	11.0	18.8
Línea 7	7909	82.1	49.3	12.3	18.8
Línea 8	7824	82.2	48.4	12.7	18.4
Línea 9	8812	81.9	51.4	11.6	18.7
CIRNO C2008	8545	81.6	50.3	12.1	15.9
Martínez C2016	8235	83.7	45.3	11.6	15.8
CENEB ORO C2017	7606	82.7	44.7	11.7	18.8
Isabel Oro C2018	8625	81.5	53.6	11.4	18.7
Orita	7419	80.9	48.9	12.7	17.5
Desert King	7619	81.9	48.6	12.3	17.8
CV	2.74	0.55	1.96	1.6	0.9
Tukey (α=0.05)	675.2	1.3	2.8	0.6	0.5

CV = Coeficiente de variación.

CONCLUSIONES

En conclusión, las líneas 1 y 2 cubren las necesidades de los productores de trigo y cumplen con la calidad industrial que demanda el mercado.

REFERENCIAS

Alvarado P. I. J., Ávila C. E., Camacho C. M. A., Chávez V. G., Gómez M. R y Camarillo P. M. 2014. Producción de trigo en los Valles de Mexicali, B. C. y San Luis Río Colorado, Son. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Valle de Mexicali. Folleto para Productores No. 64. 20.

Alvarado P. J. I., Chávez V. G., Borbón G. A., Huerta E. J., Villaseñor M. H. E., Hortelano S. R. R. y Martínez C. E. 2019. Isabel Oro C2018: Nueva variedad de trigo cristalino para su siembra en el Noroeste de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Valle de Mexicali. Desplegable para productores No. 93.

Ding J., Fujian L., Tao L., Peng W., Min Z., Chunyan L., Xinkai Z.and Wenshan G. 2020. Nitrogen Management Strategies of Tillage and No-Tillage Wheat Following Rice in the Yangtze River Basin, China: Grain Yield, Grain Protein, Nitrogen Efficiency, and Economics. Agronomy. 10 (155): 1-13.

Olán M., Espitia R. E., López S. H., Villaseñor M. H. E., Peña B. R. J. y Herrera H. Juan. 2012. Calidad física de grano de trigos harineros (*Triticum aestivum* L.) mexicanos de temporal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3 (2): 271-283.

Partida R. L, Cervantes S. T., Salazar Z. A. y Velázquez A. T. J. 2009. Selección para contenido de proteína del grano en trigo irradiado con rayos gamma de 60Co. Universidad y Ciencia Trópico Húmedo. 25 (3): 201-212.

Roncallo P., Garbus I., Picca A., Echenique V., Carrera D.A., Cervigni G.L., Miranda R. 2009. Análisis de las bases genéticas del color en trigo candeal. Revista de la Facultad de Agronomía 108 (1): 9- 23.

Villaseñor M. H. E. 2015. Sistema de mejoramiento genético de trigo en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 11: 2183-2189

CARACTERÍSTICAS AMPELOGRÁFICAS DE LA VID NATIVA V*ITIS ARIZONICA* IN SITU Y EX SITU

AMPELOGRAPHIC CHARACTERISTICS OF NATIVE VINE VITIS ARIZONICA IN SITU AND EX SITU

Martínez, Gerardo[1], Abril, Yoselyn[2], Vieira, Fernando[1], Fontes, Aurora[1]

[1]Investigadores del INIFAP en el Campo Experimental Costa de Hermosillo, [2]Estudiante UNISIERRA, Moctezuma, Son. Email: martinez.gerardo@inifap.gob.mx,

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del material genético de vid nativa *Vitis arizonica* Engelm según su origen y de dos sitios de observación (in situ y ex situ) en las características ampelográficas. Los materiales genéticos tenían su origen en Cananea, Moctezuma, Imuris y Ures, Sonora y los sitios de observación fueron en su lugar de origen y en la Costa de Hermosillo. Se realizaron mediciones de variables morfológicas de las hojas las cuales originaron ocho variables ampelográficas. Los datos se analizaron bajo un arreglo factorial donde el primer factor fue el material genético según su origen, y el segundo factor el sitio de desarrollo de las parras. El material genético afectó a cinco de las variables ampelográficas pero en dos de ellas hubo interacción con el sitio ($p \leq 0.05$). Las tres variables ampelográficas afectadas solamente por los materiales genéticos fueron r=largo/ancho de la hoja, S=ángulo entre nervadura primaria y cuaternaria y S'= Angulo entre nervadura primaria y nervadura terciaria de la hoja.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the effect of the genetic material of the native grape *Vitis arizonica* Engelm according to its site of origin in two sites (*ex situ* and *in situ*) on ampelography characteristics. Sites of origin of the genetic materials were Cananea, Moctezuma, Imuris y Ures, Sonora and the sites of observation were in its site of origin and in la Costa de Hermosillo, Sonora. Ten morphology traits were measured from which eight amphelography characteristics were obtained. The data was analyzed according to a factorial design in which the first factor was the genetic material and the second the site plants were grown. Genetic material affected five amphelography characteristics but there was interaction with the sites vines were grown in two of them ($p \leq 0.05$). The three amphelography characteristics affected only by the genetic materials were r=length/width, S=angle between first and fourth vein and y S'= angle between first and third vein.

INTRODUCCIÓN

La vid tiene alrededor de 60 especies algunas de las cuales son nativas de América como la uva del monte, jiragui, jirahui o uva cimarrona (*Vitis arizonica*) (Franco y Cruz, 2012; Martínez, 2015; Wlkler et al., 1974). *Vitis arizonica* tiene una amplia distribución en Norteamérica. En Sonora, México se le encuentra naturalmente en la Sierre de Sonora y también en las partes bajas del Rio Sonora.

Las características ampelográficas han permitido la identificación de variedades de la vid *Vitis vinífera*. Es posible que estas características ayuden a distinguir biotipos de *Vitis arizonica*; sin embargo, al a fecha se desconocen las características ampelográficas de materiales de esta especie.

Las características ampelográficas en la vid *V. vinífera* son estables lo que hace que se conserven aun cuando esos materiales se planten en diferentes ambientes. Los estudios indican que existe una alta heredabilidad de las características ampelográficas lo que sugiere que presentan un importante componente.genético. Esto difiere de las características morfológicas las cuales son afectadas fuertemente por el ambiente (Chitwood et., 2014)

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del material genético de vid silvestre según su origen y de dos sitios de observación (*in situ* y *ex situ*) en las características ampelográficas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se consideraron cuatro materiales de *Vitis arizonica* de las siguientes localidades: Cananea, Moctezuma, Imuris y Ures. , Sonora. Las localidades de Cananea, Imuris, Moctezuna y Ures se encuentras a 1640, 831, 600 y 354 msnm, repectivamente. Se obtuvieron esquejes de las plantas en esas localidades en el año 2018 los cuales se enraizaron y plantaron en el Campo Experimental Costa de Hermosillo, localizado en Hermosillo, Sonora. Se colectaron 50 hojas maduras de las plantas en su sitio de origen y 50 hojas de las plantas trasplantadas en el campo experimental.

En las hojas se midieron las siguientes variables morfológicas: longitud de la nervadura primaria (L1), longitud de la nervadura secundaria (L1), longitud de la nervadura terciaria (L3), longitud de la nervadura cuaternaria (L4), distancia al seno entre L1 y L2, distancia al seno entre L2 y L3, ángulo entre las nervaduras L1 y L4, ángulo entre las nervadura L1 y L3 y relación de largo entre ancho de la hoja. Con base en las variables morfológicas de descritas se generaron las variables ampelográficas.

Los datos se analizaron bajo un diseño arreglo factorial donde el primer factor fue el sitio de origen del material genético y el segundo el sitio de desarrollo de las parras (*in situ* o *ex situ*).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cinco de las variables ampelográficas hubo efecto significativo de los materiales genéticos según su origen, y en dos de estas cinco hubo interacción entre el material de genético y sitio de observación. El material de Imuris presentó la menor relación largo/ancho de la hoja que el restante de los materiales ($p \leq 0.05$) (Cuadro 1). El ángulo entre la nervadura 1 y nervadura 3 fue mayor en el materia de Cananea que en el de Moctezuma ($p \leq 0.05$). El ángulo entre la nervadura 1 y nervadura 4 fue mayor en los material de Ures que el de Moctezuma ($p \leq 0.05$). Las variables relación largo de nervadura 3/largo nervadura 1 y la distancia al seno entre L1 y L2 fueron afectadas por los materiales genéticos según su origen pero también hubo interacción con el sitio en el que crecieron las parras. Por esta razón estas variables no podrían ser utilizadas para caracterizar estos materiales.

Cuadro 1. Características ampelográficas de la vid nativa *V. arizonica* afectadas según el sitio de origen y que no interaccionaron con el ambiente.

Sitio de origen	Características ampelográficas de *V. arizonica*		
	r=largo/ancho de hoja	S'=Angulo L1L3	S=Ángulo L1L4
Cananea	1.03 a	84.66 a	121.01 ab
Imuris	0.96 b	79.40 ab	116.92 bc
Mocezuma	1.04 a	75.91 b	112.81 c
Ures	1.07 a	79.65 ab	125.78 a

Los resultados indican que al igual que en *Vitis vinífera* las características ampelográficas podrían ser de utilidad para caracterizar materiales genéticos de *V arizonica*. No obstante, los resultados de este estudio mostraron que en dos características ampelográficas hubo interacción entre el genotipo según su origen y el ambiente en el que se desarrollaron las parras. La primera fue la relación entre la longitud de la tercera y la primera nervadura y la segunda la longitud al seno de la hoja entre la primera y segunda nervadura. Estas dos características ampelográficas se consideran fijas en *Vitis vinífera*, lo que permite ser utilizadas en la caracterización de materiales genéticos de esa especie (Chitwood *et al*., 2014). Por lo tanto es posible que solo algunas características ampelográficas utilizadas en *V. vinífera* puedan ser utilizadas para caracterizar materiales genéticos de *V arizonica*.

CONCLUSIONES

Los materiales genéticos de *V. arizonica* afectan algunas variables ampelográficas. Algunas de estas variables ampelográficas podrían ser de utilidad para identificar materiales genéticos de *V. arizonica* ya que no son alteradas por el ambiente.

REFERENCIAS

Chitwood, D., Ranjan, A., Martinez, C., Headland, L., Thiem, T., Kumar, R., Covington, M., Hatcher,T., Naylor, D., Zimmerman, S., Downs, N., Raymundo, N., Buckler, E., Maloof, J., Aradhya, M., Prins, B., Li, L., Myles, S., and Sinha, N. (2014). A modern ampelography: A genetic basis for leaf shape and venation patterning in grape. Plant Physiology 164:259-272.

Franco, M., y Cruz, C. (2012). Antecedentes. Evolución y potencial. En: Franco Mora O. y J. G. Cruz-Castillo (Ed.), La vid silvestre en México. Actualidades y potencial. México: Universidad Autónoma del Estado de México. Ed. Altres Costa-Amic S.A DE C.V.

Martínez-Díaz, G. (2015). Fundamentos relevantes del cultivo de la vid en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Hermosillo, Sonora. Libro técnico 14.

Winkler, J., Cook, W., and Lieder, L. (1974). General viticulture. University of California. Berkeley.

CARACTERÍSTICAS EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DE CÍTRICOS EN LLERA, TAMAULIPAS

CHARACTERISTICS OF FAMILY CITRUS PRODUCTION UNITS IN LLERA, TAMAULIPAS

Mireles-Rodríguez Epifanio[1], Barron-Bravo Oscar Guadalupe[2], Felipe-Victoriano Moisés[2], Maciel-Torres Sandra P.[3]

[1]Unidad Académica Multidisciplinaria Mante, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Av. Juárez, Jardín, C.P. 89840 Ciudad Mante, Tamaulipas. México. [2]Campo Experimental Las Huastecas, CIRNE-INIFAP, Carretera Tampico-Mante km 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas, México. [3]Campo Experimental General Terán, CIRNE-INIFAP, Carretera Montemorelos-China SN, Cd Gral. Terán, Nuevo León, México.
***Autor de correspondencia: barron.oscar@inifap.gob.mx**

RESUMEN

El estudio de las unidades de producción familiar (UPF) es de vital importancia en el desarrollo de las poblaciones, es la base para la le fortalecimiento de los sistemas de producción y la resolución de las problemáticas que tienen de una forma estratégica. El objetivo del presente trabajo fue estudiar las características de las unidades de producción familiar de cítricos en Llera, Tamaulipas. Se tomaron en cuenta 224 productores pertenecientes al grupo "Productores de Llera", los cuales fueron muestreados al azar para la aplicación de una encuesta, diseñada para identificar la problemática de la citricultura por medio de un diagnóstico técnico-productivo, además de visitar las unidades de producción de los encuestados. Se generaron bases de datos y posteriormente se analizaron en el programa estadístico Stagraphics. Se encontró que el rendimiento anual promedio es de 3.6 ton/ha con un rango de 1.5 a 20 toneladas. Las problemáticas encontradas fueron la falta de capacitación, maquinaria, apoyo técnico y servicios, bajo precio a la venta y la sequía. Los citricultores son una de las principales Unidades de Producción Familiar de Llera, Tamaulipas y es muy importante su fortalecimiento para el crecimiento económico y de bienestar en la zona.

ABSTRACT

The study of family production units is of vital importance in the development of populations, it is the basis for strengthening production systems and solving problems that they have in a strategic way. The objective of this work was to study the characteristics of the citrus family production units in Llera, Tamaulipas. 224 producers belonging to the "Productores de Llera" group were taken into account, which were randomly sampled for the application of a survey, designed to identify the problem of citriculture through a technical-productive diagnosis, in addition to visiting the units of production of respondents. Databases were generated and

subsequently analyzed in the Stagraphics statistical program. The average annual yield was found to be 3.6 tons / ha with a range of 1.5 to 20 tons. The problems encountered were the lack of training, machinery, technical support and services, low sales price and drought. Citrus growers are one of the main Family Production Units of Llera, Tamaulipas and their strengthening is very important for economic growth and well-being in the area.

INTRODUCCIÓN

La citricultura es una actividad mundial que se desarrolla en climas tropicales y subtropicales, por lo que su producción y comercialización se rige esencialmente por la estacionalidad. Los países del hemisferio norte son los mayores productores de cítricos con una participación del 70 al 80%, el resto proviene de los países del hemisferio sur (Maya *et al*., 2017). Los cítricos forman parte de una dieta saludable de la población humana, son de agradable aroma y sabor, además, se consumen como fruta fresca y jugos, además tienen el potencial y las características nutricionales para la elaboración de raciones alimenticias para animales como el ganado bovino (Cabrera-Núñez *et al*., 2020). En México la producción de cítricos fue de 8 millones de toneladas en el 2018 y la producción de naranja fue de casi 5 millones de toneladas, representando el 60 % de la producción citrícola. En el estado de Tamaulipas se produjo más de 570 mil toneladas de naranja lo que representa el 12 % de la producción nacional (SIAP, 2018). Siendo los principales municipios productores Güémez, Nuevo Padilla y González, donde se almacenan, seleccionan, empacan y distribuyen (Hernández y Botello, 2017). El municipio de Llera se coloca en cuarta posición en cuanto a producción de naranja con una aportación de más de 77 mil toneladas, la cual, en el año 2018 representó el 13.6 % de la producción Estatal (SIAP, 2018).

Se ha documentado que, en las regiones citrícolas de México, existe una gran población rural en condiciones de pobreza y sin alternativas de empleo, por lo que, los productores dependen principalmente de esta actividad económica para subsistir (Hernández y Botello, 2017). Una manera de salir del rezago económico es lograr la integración del productor con la agroindustria. Dicha integración, debe estar en virtud de las similitudes y diferencias de cada actor o parte involucrada, entendidos como piezas clave para diagnosticar el modo de prevalecer de un sector mediante un análisis estratégico (Pantoja y Flores, 2018). A partir de este análisis conocer la situación en que se encuentra, para generar mecanismos y estrategias para progresar y desarrollar sus actividades que estén encaminadas a incrementar la productividad.

El municipio de Llera tiene localidades categorizadas como de alta y muy alta marginación, (CONAPO, 2010); así mismo, el 34 % de las unidades de producción agrícola se encuentran en la etapa: "familiar de subsistencia con vinculación al mercado". Debido a esto, los ingresos procedentes de la unidad de producción satisfacen las necesidades básicas; sin embargo, las familias no mantienen una economía estable, debido a los bajos niveles de producción y productividad (FAO, 2012). Por ello, es necesario identificar las problemáticas que afectan la cadena productiva, para posteriormente proponer estrategias que ayuden a resolverlas (Bahena y Tornero, 2009). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue estudiar las características de las unidades de producción familiar de cítricos en Llera, Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El municipio de Llera se encuentra localizado en entre los paralelos 23° 35' y 23° 02' N y los meridianos 99° 17' y 98° 25' O, con una altitud entre 100 y 2 200 msnm. Colinda con los municipios de Victoria, Casas, González, Xicoténcatl y Jaumave, ocupando el 3.2 % de la superficie del estado de Tamaulipas (Figura 1). La temperatura media oscila entre 14 y 26 °C y la precipitación promedio anual de 600 hasta 1 200 mm. El clima es cálido subhúmedo y semiseco muy cálido con lluvias en verano. En este estudio, participaron los citricultores de los Ejidos Emiliano Zapata, Las Compuertas, San Rafael, Voz Campesina la Cabecera Municipal Llera de Canales (Figura 1).

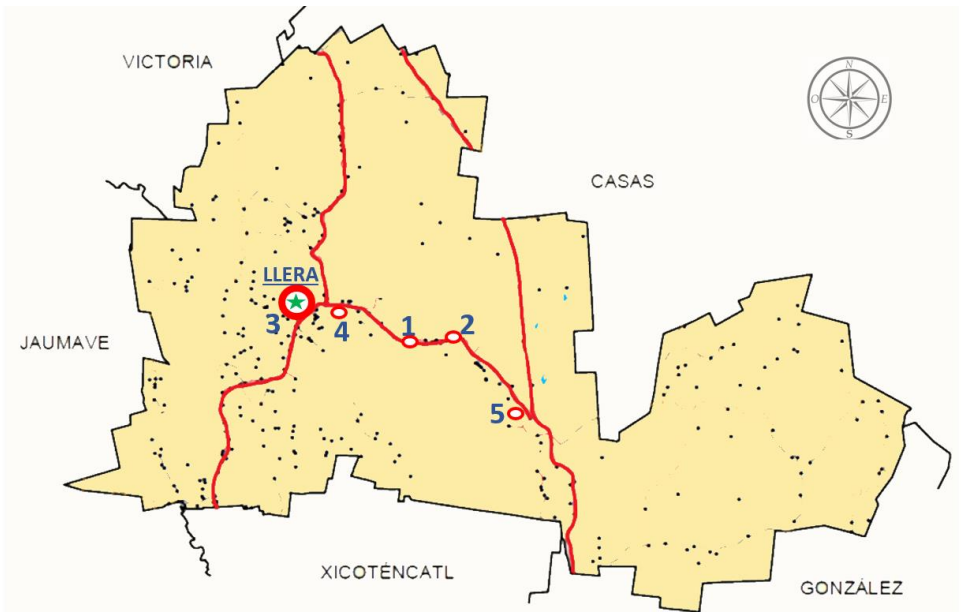


Figura 1. Ejidos de los citricultores participantes en el estudio: 1) Emiliano Zapata, 2) Las Compuertas, 3) Llera, 4) San Rafael y 5) Voz Campesina.

Muestreo y aplicación de encuestas

De los ejidos antes mencionados, hubo 224 productores y se utilizaron las metodologías de Rojas (1979) y Aguilar (2005), para determinar el tamaño de la muestra; la cual fue tomada en campo seleccionando las Unidades de Producción Familiar al azar, y tomando en cuenta el total de 224 productores de los cuales se calculó 48 Unidades de Producción Familiar, como el número de encuestas requeridas para este estudio.

Se reunió a los productores cooperantes en la cabecera municipal de Llera Tamaulipas y se les aplicó un cuestionario, el cual, constó de 65 preguntas, donde se les preguntó cuáles eran las principales problemáticas en sus UPF. Posteriormente, se realizaron visitas a las UPF de cada productor encuestado en las diferentes localidades para corroborar los datos recabados en las encuestas.

Análisis de información

Se generó la base de datos en el programa Microsoft Excel, en el que se organizó y seleccionó la información recabada en las encuestas. Para interpretar y describir la información se realizaron estadísticos descriptivos como medias, frecuencias y desviaciones, así como gráficos en el programa Statgraphics.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los productores encuestados reportan que el 100 % se dedica a la citricultura como actividad primaria, algunos de ellos alternan la citricultura con otras actividades productivas como la ganadería, producción de maíz y frijol. En producciones de monocultivo se requieren de años para que inicie la producción, por lo que durante ese periodo la tierra no genera ganancias y se vuelve poco atractiva para el productor, por tal motivo la alternancia con cultivos perenes son una opción de reconversión (Balderas y González, 2013).

Así mismo, el 67 % de los productores cultiva la naranja, el 27 % limón y el 6 % toronja (Figura 1A). El 93 % sustenta la actividad con dinero propio, solo el 60 % recibe asistencia técnica, al igual que los que reportan pertenecer a alguna organización de gobierno también son el 60 % que apoyan principalmente en la compra de insumos y la asesoría. Esta investigación considera que la agricultura sigue siendo rentable para muchas familias de sectores rurales y en consecuencia una variable de crecimiento y competitividad para las naciones (Maya, 2017; Valencia y Duana, 2019).

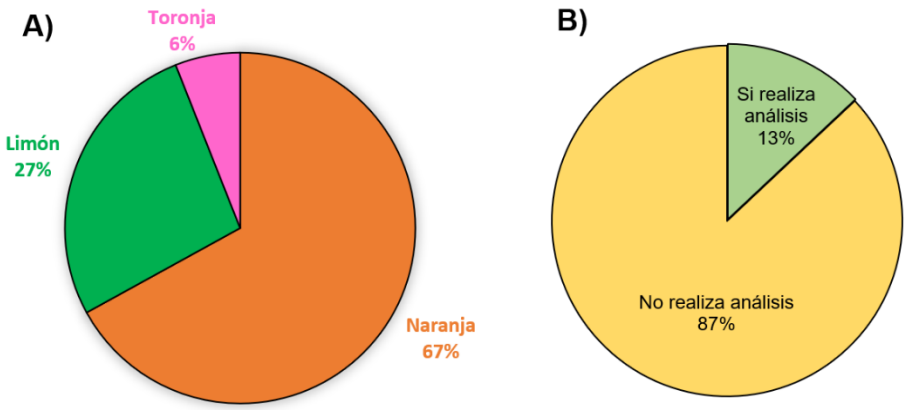


Figura 1. Tipos de cítricos (A) y citricultores que realizan análisis de suelo (B), en Llera, Tamaulipas.

El 87 % de los productores de cítricos mencionó que no realiza análisis de suelo para determinar los nutrientes que requiere suplementar (Figura 1B). Sin embargo, el 46, 6 y 6 % de los productores aplican sulfato de amonio, urea y la mezcla comercial de nitrógeno, fosforo y potasio, respectivamente; lo que no están haciendo una adecuada aplicación de la fertilización. Es recomendable aplicar nutrimentos a los cítricos considerando los análisis de suelo y darle seguimiento a través de análisis foliares para verificar los requerimientos de las plantas (Mellado *et al*., 2015). El rendimiento y la calidad de fruto también están relacionados con la nutrición mineral, por lo que se debe tomar en cuenta para la aceptación del consumidor (Salazar *et al*., 2006). Las actividades de manejo son el desmonte, elaboración de bordos, camellones para el riego y cajetes en los árboles, el 100 % realiza el control de maleza y se reportan tipos de poda severa, de formación y solo partes muertas.

Los citricultores de Llera, Tamaulipas, mencionaron que las enfermedades presentes (Figura 2) en sus UPF son el Huanglongbing o Dragón Amarillo (diversas especies de bacterias; 47 %), también reportan el hongo Fumagina o Negrilla (diversas especies de hongos; 27 %). Con respecto a las plagas (Figura 2), la Mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*; 20 %) y Arañita Roja (*Tetranychus urticae*; 7 %) son las que tienen mayor incidencia en el cultivo. Las plagas y enfermedades son factores limitantes en la producción, ya que representan daños considerables en las huertas y en consecuencia disminuyen la producción y calidad de los frutos, provocando pérdidas millonarias en el sector citrícola (Pérez *et al*., 2019; Santistevan *et al*., 2017).

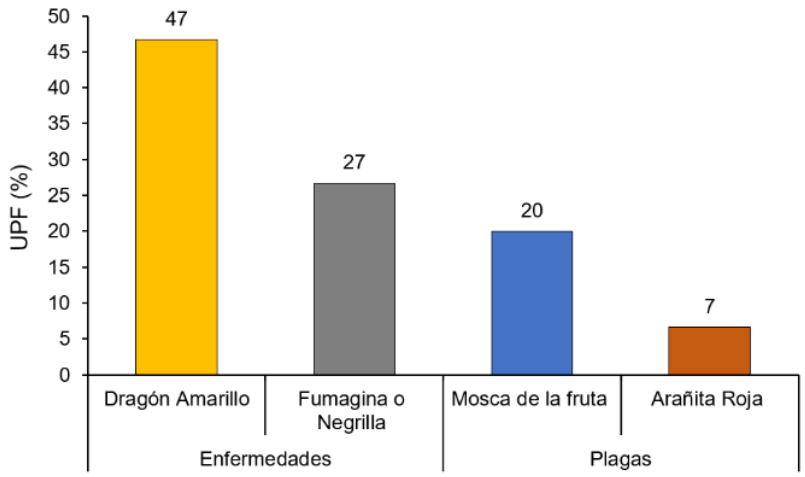


Figura 2. Principales plagas y enfermedades presentes en las unidades de producción familiar (UPF) de cítricos en Llera, Tamaulipas.

Así mismo, el 100 % de los productores encuestados no realizan prácticas de almacenamiento y transformación de productos. Tomando en cuenta que los frutos después de ser cosechados se le priva de agua y nutrientes que obtenían de la planta, estos son más susceptibles a deteriorarse rápidamente si no se realiza algún proceso de almacenamiento correcto (Soledad, 2018). Aunado a esto, los productores consideran que la mano de obra, la falta de capacitación, apoyo técnico y servicios, falta de maquinaria, bajo precio a la venta, intermediarios y la sequía, son los problemas a los que se enfrentan todos los años.

CONCLUSIONES

Los citricultores son una de las principales Unidades de Producción Familiar de Llera, Tamaulipas y es muy importante su fortalecimiento para el crecimiento económico y de bienestar en la zona.

REFERENCIAS

Aguilar, B. S., 2005. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud en Tabasco. 11 (1-2): 333-338.

Bahena, D. G., Tornero, C. M. A., 2009. Diagnóstico de las unidades de producción familiar en pequeña irrigación en la subcuenca del Río Yautepec, Morelos. Economía, Sociedad y Territorio. 9 (29): 165-185.

Balderas, P. F. G., González, A. I. J., 2013. Cocotero híbrido intercalado con cultivos anuales y perennes, tecnología sustentable. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 4 (20): 58-71.

Cabrera-Núñez, A., Lammoglia-Villagómez, M., Martínez-Sánchez, C., Rojas-Ronquillo, R., Montero-Solís, F., 2020. Utilización de subproductos de naranja (*Citrus sinensis var. valencia*) en la alimentación para rumiantes. Abanico Veterinario. 10 (1): 1-11.

CONAPO, 2010. Consejo Nacional de Población. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/mf2010/AnexosMapas/Mapas/Entidadesfederativas/MapB28Tamaulipas.jpg

FAO, 2012. Diagnóstico del sector rural y pesquero: identificación de la problemática del sector agropecuario y pesquero de México 2012. Disponible en: https://www.fao-evaluacion.org.mx/cuestionario_final/diagnostico/apps/files/CAP4.pdf

Hernández, T. J. M., Botello, T. J., 2017. El papel del entorno en las modificaciones de la estructura regional de la producción de limón y de naranja en México. Análisis Económico 32:93-118.

Maya, A. C. J., 2017. Cítricos mexicanos en el mercado japonés: experiencias y oportunidades para Sinaloa. México y la Cuenca del Pacífico. 6 (16):107-142.

Mellado, V. A., Salazar S., Álvarez A., Curtí, S. A., 2015. Remoción de nutrimentos por la cosecha: herramientas para el manejo de la nutrición de limón persa en Nayarit. Folleto Técnico 30. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Guadalajara, México.

Pantoja, Z. G. M., Flores, V. F., 2018. El sector citrícola de Nuevo León: caracterización del sistema agroalimentario como plataforma de integración del productor con la agroindustria. Región y Sociedad. 30: 201-249.

Pérez, C. A. S., Hernández, E. O., Drouaillet, B. E., Poot, W. P., Martínez, R. D., Herrera, R. R., 2019. Principales enfermedades de los cítricos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 10 (7): 1653-1665.

Rojas, S. R., 1979. Guía para realizar investigaciones sociales. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Autónoma de México. México. 271 p.

Salazar, G. S., Lazcano, I., González, J. L., 2006. Remoción de nutrimentos por la cosecha de varios cultivares de aguacate en Nayarit. Folleto Técnico Núm. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Tepic, México.

Santistevan, M., Helfgott, L. S., Loli, F. O., Julca, O. A., 2017. Comportamiento del cultivo del limón (*Citrus aurantifolia* Swingle) en" fincas tipo" en Santa Elena, Ecuador. Idesia (Arica). 35 (1): 45-49.

SIAP, 2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera; SIACON-N6-2018 setup.

Soledad, M. A., 2018. Metabolismo de distintas variedades de frutos cítricos y su respuesta a estrés biótico y abiótico durante el período poscosecha. Tesis de doctorado. Centro de Estudios Fotosintéticos y Bioquímicos. Argentina. 170 p.

Statgraphics, XVIII., 2017. Statpoint Technologies. INC. Version 18.

Valencia, S. K., Duana, A. D., 2019. Los cítricos en México: análisis de eficiencia técnica (Citrus in Mexico: Technical Efficiency Analysis). Revista Análisis Económico. 34 (87): 269-283.

CARACTERIZACIÓN DE INFLORESCENCIAS DE AGAVES NATIVOS E INTRODUCIDOS EN YUCATÁN

CHARACTERIZATION OF INFLORESCENCES OF NATIVE AND INTRODUCED AGAVES IN YUCATAN

Rubén Guerrero Medina, Raúl Díaz Plaza

C.E. Mocochá, CIR Sureste. INIFAP guerrero.ruben@inifap.gob.mx

RESUMEN

A mediados del siglo XIX dio inicio el auge henequenero en Yucatán y rápidamente se extiende su cultivo en el norte de Yucatán; la creciente demanda de fibra da lugar a su cultivo en las haciendas comercializándose su fibra a todo el mundo, la cual se intensificó para alimentar a la industria, destinándose grandes extensiones de superficie al agave; a principios del siglo XX la superficie cultivada era de 300 mil ha, lo cual generó que muchas de las especies nativas productoras de fibra fueras desplazadas y tal vez extinguidas, por la preferencia del cultivo del henequén, como también fueron expuestas especies endémicas de agaves al ser preferida la de mejor comportamiento de acuerdo a los intereses de los productores de la época. Diversos autores tienen registros de religiosos que acompañaron la conquista, quienes documentaban los sucesos y condiciones naturales de la región de Yucatán, en estos escritos se manifiesta la existencia de al menos siete tipos de agaves, los cuales corren riesgo de extinción, inicialmente por el desplazamiento del henequén, y ahora por la destrucción de su ambiente natural, material genético que requiere ser rescatado conservado, ser estudiado y determinar sus posibles aportaciones a la sociedad. Respecto al henequén, especie cultivada desde tiempos prehispánicos, llegó a estar constituida por al menos cuatro variedades reconocidas y manejadas para la obtención de diferentes calidades de fibra, se considera importante recuperar como germoplasma las otras variedades o biotipos, que al parecer tienen distintos porcentajes de sapogeninas esteroidales y diferentes calidades de fibra y algunas hasta propiedades medicinales. Así mismo en tiempos recientes se han incorporado otras especies que se han adaptado a Yucatán y convendría valorar sus posibles aportaciones a la industria henequenera. Con lo anterior se inicia la caracterización de agaves que puedan contribuir a la productividad, al doble propósito y diversificación de subproductos a través de su evaluación reproductiva. La coincidencia en floración de varias especies, fue algo excepcional y los resultados encontrados nos permiten conocer su potencial reproductivo. De las inflorescencias obtenidas se sabe que: la especie *A. sisalana* y *A. dementiana* no generan semillas y el henequén es la especie que posee el mayor potencial en la producción de plántulas y aunque dos especies producen una gran cantidad de semilla, solo una (el hibrido) posee la longitud de hoja que se ajusta a los parámetros actuales

(superior a un metro de largo); otra especie (*A. angustifolia*) a pesar de que presenta hojas cortas, la fibra aparentemente es de mejor calidad y se puede procesar en las defibradoras existentes.

ABSTRACT

In the mid-nineteenth century, the henequenian boom began in Yucatan and its cultivation quickly spread in northern Yucatan; the growing word fiber demand gives rise to its cultivation on the haciendas, its fiber being marketed throughout the world, which was intensified to feed the industry, and large areas of land were devoted to henequen; at the beginning of the 20th century, the cultivated area, in north of Yucatán, was 300 thousand ha, which generated that many of the native fiber-producing species were displaced and perhaps extinct, due to the preference of henequen cultivation, as endemic species of agaves were also exposed to the be preferred the best performing according to the interests of the producers of the time. Some authors have reports that accompanied the conquest, who documented the events and natural conditions of the Yucatan region, in these writings the existence of at least seven types of agaves is manifested, which are at risk of extinction, initially due to displacement of henequen, and now for the destruction of its natural environment, This genetic material needs to be rescued, conserved, studied and determine its possible contributions to society. Regarding henequen, a species cultivated since pre-Hispanic times, it came to be made up of at least four varieties recognized and managed to obtain different qualities of fiber, it is considered important to recover as germplasm the other varieties or biotypes, which apparently have different percentages of steroidal sapogenins and different qualities of fiber and some even medicinal properties. Likewise, in recent times other species have been incorporated that have adapted to Yucatan and it would be worth evaluating their possible contributions to the henequen industry. With the above, the characterization of agaves that can contribute to productivity, dual purpose and diversification of by-products through their reproductive evaluation begins. The coincidence in flowering of several species was something exceptional and the results found allow us to know their reproductive potential. From the inflorescences obtained it is known that: the *A. sisalana* and *A. dementiana* species do not generate seeds and the henequen is the species that has the greatest potential in seedling production and although two species produce a large amount of seed, only one (the hybrid) has the leaf length that conforms to current parameters (greater than one meter long); Another species (*A. angustifolia*), although it has short leaves, the fiber has better quality and can be processed in existing defibrators.

INTRODUCCIÓN

El henequén, cultivo histórico para el estado de Yucatán y para la economía misma del país ha afrontado a través de su permanencia en el estado muy diversas situaciones que le han reducido significativamente al grado que en la actualidad se cuenta con solo el 4% de lo cultivado hace poco más de 100 años. Entre las situaciones críticas que ha afrontado es que en su afán de expansión se discriminó a las otras especies nativas de agaves, con seguridad de que el henequén representaba la planta ideal en su momento, sin embargo desconociéndose el potencial de los otros agaves fueron paulatinamente desapareciendo al ampliarse las áreas de cultivo. El henequén ha sido un cultivo de baja rentabilidad, y hemos olvidado que una opción de rescate de la economía del sector puede encontrarse en la diversidad de subproductos, los cuales pueden incrementarse en función de la genética de los agaves nativos, factor que va en aumento con la internación de otras especies que podrían competir o complementar satisfactoriamente las acciones de campo de los agricultores henequeneros.

Con esta propuesta se busca iniciar la caracterización de los agaves que a mediano plazo puedan contribuir a la productividad, al doble propósito y diversificación de subproductos a través de la evaluación reproductiva y productiva de las especies nativas e introducidas de las que ahora se dispone. La población de la zona, por haberse dedicado al cultivo de esta planta durante varias generaciones, se encuentra arraigada el cultivo por lo que se espera que ofrecer algunos cambios en el sistema de producción serán sin duda aceptados y más aun si el cambio trae beneficios para la comunidad e industria. De las especies nativas e introducidas pueden generarse opciones productivas además de la conservación de la diversidad, ya que el henequén puede comportarse de doble propósito o más, como la producción de fibra, alcohol y azucares. Como ya se mencionó, de las especies nativas a rescatar se desconocen sus propiedades, una de las especies introducidas posee una elevada producción de hoja, fibra más fina y buena resistencia, otra además ha mostrado producción de azucares para obtención de alcohol y elaboración de cerveza entre otros, así que se puede tener o generar alguna buena opción.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el área urbana de la ciudad de Mérida es posible apreciar la aparición esporádica de inflorescencias de agaves, las del henequén, no sobreviven fácilmente en la zona de producción. A principios del 2018, en ciertos puntos de la cuidad, hacia el norte y oriente se dio la aparición de inflorescencias de diversas especies, situación completamente rara ya que un su mayoría son derribadas por ventarrones o eliminadas por los propietarios de inmuebles donde se localizan. Una de ellas, de la que es muy ocasional su aparición, se desarrollaron

14 inflorescencias (*Agave angustifolia*) y al poco tiempo se presento la oportunidad de observar en otra especie la aparición de cuatro (Hibrido 11648), así mismo se dio la casualidad de que en otra especie, la cual en años recientes se documentó la reaparición de la misma la cual se creyó extinta de Yucatán de donde es nativa y dio origen al termino internacional de las fibras duras en el mundo, que es el "Sisal", (*Agave sisalana*) termino con el que se identifica también a un puerto de Yucatán, en esta ocasión con tres inflorescencias y en otra especie mas con siete apariciones (*Agave dementiana*). Desde un principio se hicieron las peticiones correspondientes para su conservación y permitir la evaluación y caracterización del producto por considerar este suceso como una oportunidad sin precedente. Del angustifolia se lograron cinco plantas, del hibrido las cuatro, del sisal tres y del dementiana cinco.

La cosecha de las inflorescencias se realizo de agosto a octubre y el periodo de la aparición fue de ocho meses, ésta no fue uniforme, por lo que la cosecha tampoco. El producto fue trasladado al Campo Experimental Mocochá del INIFAP, localizado en Mocochá Yuc. para las mediciones correspondientes, ni en los parámetros evaluados ni en el tamaño de muestra para determinar los promedios se realizo diseño experimental por lo que tampoco se dio un análisis estadístico a la información generada. La información obtenida se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Caracterización de inflorescencias de agaves evaluados en el ciclo 2017-2018 en Yucatán

Parámetros evaluados	*Agave fourcroydes* henequén	*Agave sisalana* sisal	*Agave hibrido 11648*	*Agave angustifolia* marginata	*Agave dementiana*
Plántula producida					
X Grandes		134			
Grandes	370	530	68	196	
Medianas	1830	520	461	322	332
Chicas	1550	548	1175	470	778
Total	**3,750**	**1732**	**1705**	**988**	**893**
Talla planta cm					
X Grande		16			
Grande	9.5	13	13.6	8.3	17
Mediana	8.0	11	9.6	7.0	11
Chica	5.3	8	6.6	5.7	6
Peso de planta gr					
X Grande		13			
Grande	11.5	8	23	4.8	25.3
Mediana	11.2	3.6	14	3.4	6.9

chica	5.7	2.1	10.6	2.1	3
Medidas de inflorescencia					
Diam. Basal (cm)	44	33.5	44.3	27.2	29
Diam. Base ramas (cm)	23	20.6	25.6	16.4	22
Largo tronco (m)	3.0	3.7	3.6	1.58	79
Largo ramaje (m)	4.0	4.16	2.3	1.87	2.58
Largo total (m)	**7.0**	**7.9**	**5.9**	**3.46**	**3.37**
Ancho ramaje (m)	1.6	1.37	1.65	0.64	1.0
No. De ramas	23	31.6	16.6	30	44
No. De capsulas (*)	**35**	**0.0**	**573**	**549**	**0.0**
Forma inflorescencia	Espiga (1)	Espiga	Piramidal (2)	Espiga	Espiga
Condición	Nativa	Nativa	introducida	No definida	Introducida

(*) Las capsulas se producen cuando la flor es polinizada y ésta es un fruto parecido a una nuez con dimensiones de 3.7, por 2.1 cm, en su interior se generan un promedio de 12 semillas por capsula, un gramo de semilla equivale a unas 100 semillas. 1.- La parte más ancha se genera en el centro. 2.- La parte más ancha se genera en la parte inferior.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Que varias especies de agaves coincidan en floración y de cada especie varias plantas, fue algo excepcional y los resultados encontrados no son para realizar comparaciones entre las especies sino para tener un mejor conocimiento de cada una de ellas en cuanto a su potencial reproductivo, de las inflorescencias obtenidas se promediaron las evaluaciones realizadas, siendo las medias los datos contenidos en el cuadro 1. A la par en la actualidad se están realizando algunas observaciones en cuanto a la productividad, y por ahora ya se tiene una aproximación confiable sobre la reproducción tales como que las especies sisalana y dementiana no generan semillas y que el henequén es la especie que posee el mayor potencial en la producción de plántulas y aunque dos especies producen una gran cantidad de semilla, solo una (hibrido) posee la longitud de hoja que se ajusta a los parámetros actuales (superior a un metro de largo) y a pesar de la que la otra especie (angustifolia) presenta hojas cortas la fibra tiene muy buena vista y se puede procesar en las defibradoras existentes. El conocer aspectos reproductivos de algunas plantas no las hace por si solas atractivas para su cultivo, ni aun cuando se complemente con información de producción, pues se requiere el establecimiento de parcelas que permitan dimensionar no solo la producción sino su calidad en fibra (resistencia, largo, blancura) así como aspectos de contenidos en jugos de hoja y piña.

CONCLUSIONES

La obtención de información sobre el comportamiento reproductivo de los agaves a través de la inflorescencia**,** es un área aun desconocida pues no se ha documentado a detalle y saber de ella permite dimensionar posibilidades y limitaciones para su multiplicación al conocer las propiedades de las especies en el aspecto productivo. No se tuvo la intención de generar comparaciones entre especies, solo documentar sus características y aunque en apariencia el henequén presenta ventajas sobre las otras hasta ahora evaluadas, hasta no conocer los aspectos productivos no se puede discriminar a ninguna de ellas. Las evaluaciones deben continuar con las especies faltantes y complementarse en su oportunidad con los parámetros productivos.

REFERENCIAS

Colunga G. P., Estrada L. E. y May P. F. 1993. Germoplasma disponible de henequén. Importancia de su conservación. En Memorias de la conferencia nacional sobre el henequén y la zona henequenera de Yucatán. Mérida Yucatán México, del 25 al 28 de octubre de 1992.

Guerrero M.R. 2011. Caracterización de la inflorescencia del henequén *Agave fourcroydes* en función del potencial reproductivo de la especie. 2011. Reunión Nacional de Investigación e innovación Pecuaria, Agrícola, Forestal y Acuícola Pesquera. León Guanajuato México. Octubre de 2011.

Guerrero. M. R. Díaz P.R. 2013, Henequén, establecimiento y cultivo en Yucatán. Folleto Técnico. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Sureste, Campo Experimental Mocochá. Mocochá, Yucatán. México.

Guerrero M.R. 2017 Viabilidad de la semilla del henequén *Agave fourcroydes* Lem. En Seguridad alimentaria: Aportaciones Científicas y Agrotecnologícas. Villahermosa Tabasco México. Nov. 2017.

Orellana R. 1993. Agave, agaváceas y familias afines en la península de Yucatán. Memorias de la conferencia nacional sobre el henequén y la zona henequenera de Yucatán. Mérida Yucatán México, del 25 al 28 de octubre de 1992.

CARACTERIZACIÓN DE LA DENSIDAD Y ESTADO FÍSICO DE HUERTAS DE CÍTRICOS MEDIANTE IMÁGENES CAPTADAS POR UAV

CHARACTERIZATION OF THE DENSITY AND PHYSICAL CONDITION OF CITRUS GROVES THROUGH IMAGES CAPTURED BY UAV

Carlos Miguel Ramos Cruz[1*]; Gerardo Delgado Ramírez[2]; Juan Estrada Ávalos[3]; Enrique Miguel Valle[4]; Emilia Raquel Pérez Evangelista[4]

[1*]Campo Experimental, General Terán-INIFAP, Km 31 Carretera Montemorelos-China. C. P. 67400. General Terán, Nuevo León.
[2]Colegio de Posgraduados. Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, C.P. 56230. Texcoco, Estado de México.
[3]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID-RASPA) del INIFAP. Canal Sacramento Km. 6.5. C.P. 35140. Gómez Palacio, Durango.
[4]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez y carretera Santa Fe. C.P. 27054. Torreón Coahuila.
ramos.carlos@inifap.gob.mx

RESUMEN

La resolución espacial proporcionada por los vehículos aéreos no tripulados (UAV) ha revolucionado los flujos de trabajo de la agricultura de precisión. El uso de UAV permiten monitorear de manera constante el estado general de salud de los cultivos e incluso detectar enfermedades, y estimar las necesidades hídricas. El objetivo del presente estudio fue obtener un análisis de la densidad y estado físico de árboles en una huerta de cítricos, mediante el uso de imágenes multiespectrales y fotogramétricas captadas por UAV. Los resultados indican que fue posible identificar con precisión el número y altura de árboles, diámetro de copa y geolocalizar faltantes; sin embargo, este análisis se complicó en áreas donde los árboles se encontraban plantados a mayor densidad. Una de las utilidades de esta información es la de proveer un estado general de la huerta, situación que podría ser utilizada por el productor para dirigir medidas para subsanar fallas; también podría ser útil para las aseguradoras que se basan en las condiciones de la huerta para decidir la renovación y costo de las pólizas de seguro.

ABSTRACT

The spatial resolution provided by unmanned aerial vehicles (UAVs) has revolutionized precision agriculture workflows. The use of UAVs allow to constantly monitor the general status of crop health and even detect diseases, and estimate water needs. The objective of this study was to obtain an analysis of the density and physical condition of trees in a citrus grove utilizing multispectral and photogrammetric images captured by UAV. The results indicate that it was possible to accurately identify the number and height of trees, crown diameter and geolocate missing trees; however, this analysis was complicated in areas where the trees were planted

at a higher density. One of the uses of this information is the provision of a general status of the orchard, a situation that could be used by growers to direct measures to correct shortages; It could also be useful for insurance agents that rely on crop conditions to decide on renewal and quotes of the insurance policy.

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de la producción agrícola, la preocupación por la degradación del ambiente y el incremento de los costos de producción están obligando a los productores a considerar alternativas de producción como lo es la agricultura de precisión (AP) (Leyva *et al*., 2001). La AP es un conjunto de técnicas orientadas a optimizar los insumos agrícolas en función de la variabilidad espacial y temporal de la producción agrícola, lo cual contribuye a reducir los costos de producción, incrementar la productividad y optimiza recursos disponibles (IICA, 2006). Entre las tecnologías requeridas por la AP se incluyen el Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS), el Sistema de Información Geográfica (GIS), la Percepción Remota (PR), el Mapeo Geográfico, los sensores, la Tecnología de Velocidad Variable (VRT), internet de las cosas (loTs) (Arely y Llano, 2016), hasta las aplicaciones más recientes como los vehículos aéreos no tripulados (UAV) y los sistemas autónomos (robots agrícolas) (Pedersen y Lind, 2017; Muangprathub *et al*., 2019).

La llegada y el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV) en la agricultura de precisión representa un hito importante en la adquisición y análisis de imágenes de alta resolución (Hunt y Daughtry, 2018). Además de ser rentables y de alto rendimiento permiten realizar estudios de manera rápida, precisa y no destructiva (Abdulridha *et al*., 2018). Los UAV permiten monitorear de manera constante el estado general de salud de los cultivos, estimar las necesidades hídricas e incluso detectar enfermedades, así como permitir identificar el número de árboles. El objetivo del presente estudio fue obtener un análisis de la densidad y estado físico de las plantas en una huerta de cítricos, mediante el uso de imágenes multiespectrales y fotogramétricas captadas por UAV.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra en el municipio de General Terán, Nuevo León, México (25°18´21.13´´ N, 99°35´45.98´´ W) y cubre una superficie de 30 ha^{-1} (Figura 1). Los árboles de la huerta tienen una altura promedio de 5.0 m y están plantados a una separación de 8x8 y 8x4 m, por lo cual existen densidades de 156 y 312 árboles por ha^{-1}.

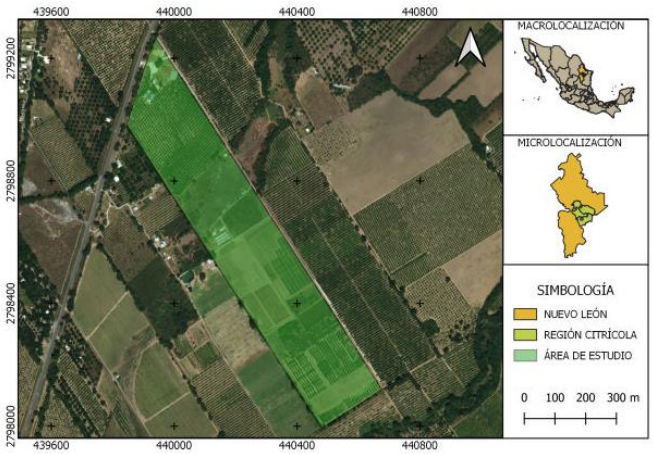


Figura 1. Localización del área de estudio en la región citrícola de Nuevo León, México.

Adquisición de imágenes de UAV. Se utilizó un UAV de ala fija (ebee plus®) para la adquisición de imágenes; éstas se tomaron antes del medio día para reducir los efectos de sombra en las imágenes, las cuales se captaron con una cámara multiespectral (Sequoia®) y una cámara fotogramétrica (senseFly® S.O.D.A.).

Planeación de vuelo. Para la planificación y gestión del vuelo se utilizó el software eMotion 3 (senseFly Parrot Gruop), en el cual se seleccionó la zona de estudio. El área total de vuelo fue de 31.1 ha^{-1} a una altura de 127.5 m, con una duración estimada de 00:17m:47s de vuelo y una resolución de 3 cm^{-2} pix, con lo cual se capturaron 285 imágenes.

Procesamiento de imágenes fotogramétricas y multiespectrales. Los datos se procesaron mediante el software Pix4D Mapper para unir las imágenes UAV recopiladas en mapas aéreos. En este paso se generó un mapa con un tamaño de 5570 píxeles para cada una de las siguientes bandas: azul (B), verde (G), rojo (R) e infrarrojo cercano (N). Asimismo, se generaron los modelos digitales de terreno y superficie.

Cálculo del área del dosel del árbol individual y el NDV. El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) es un indicador de la cubierta vegetal y la biomasa de la vegetación, por lo tanto, se generó un índice por árbol. El NDVI se calculó utilizando canales del rojo e infrarrojos cercanos.

Determinación de altura del árbol. Ésta es la diferencia del Modelo Digital del Terreno (MDT) y el Modelo Digital de Superficie (MDS) (Ecuación 1):

$$\text{Altura de árbol} = MDT / MDS \quad (1)$$

Identificación de árboles faltantes. Se realizaron recorridos de manera física por toda la huerta. Con el uso de un navegador GPS (Garmin Etrex®) se recolectaron las coordenadas de árboles faltantes de la huerta; los valores obtenidos se proyectaron en el GIS y se contrastaron con los resultados de identificación de árboles mediante la imagen multiesprectral generada con UAV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de imágenes multiespectrales obtenidas mediante UAV permitió identificar de manera precisa el número de árboles y su diámetro de copa, geolocalizar árboles faltantes, así como obtener la distancia entre hileras y entre árboles; sin embargo, donde la distancia entre árboles fue menor (8x4 m), fue difícil identificar árboles faltantes y el tamaño individual de copa (Figura 2). Lo anterior coincide con Ampatzidis y Partel (2019), quienes indican que la calidad de detección individual de árboles mediante imágenes multiespectrales de UAV, depende de que la copa de los árboles tengan una distancia mínima entre ellas; ya que en copas superpuestas la detección es inviable. También, Csillik *et al.* (2018) mediante imágenes multiespectrales de UAV y redes neuronales encontraron dificultad para identificar árboles pequeños de grandes y en varios casos numerosos detectaron copas múltiples dentro de árboles individuales.

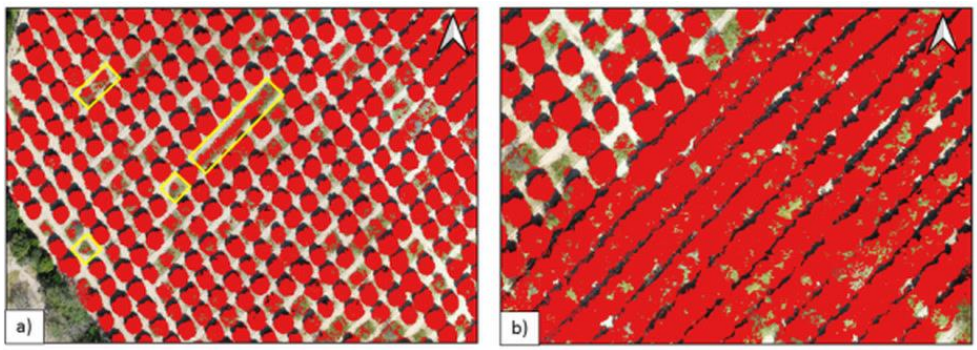


Figura 2. Detección de árboles individuales mediante imágenes multiespectrales de UAV. a) Árboles con separación de 8x8; b) Árboles con separación de 8x4.

En la Figura 3 se muestra las alturas de los árboles de cítricos. El rango encontrado fue de 2.5 a 6.5 m; sin embargo, la altura se identificó con mayor precisión en la zona donde la densidad es de 156 árboles por ha^{-1} en comparación con el área donde la densidad es mayor (312 árboles ha^{-1}). Los resultados indican que mediante el uso de UAV se puede determinar la altura individual de los árboles de naranjos de manera rápida en comparación con los métodos tradicionales.

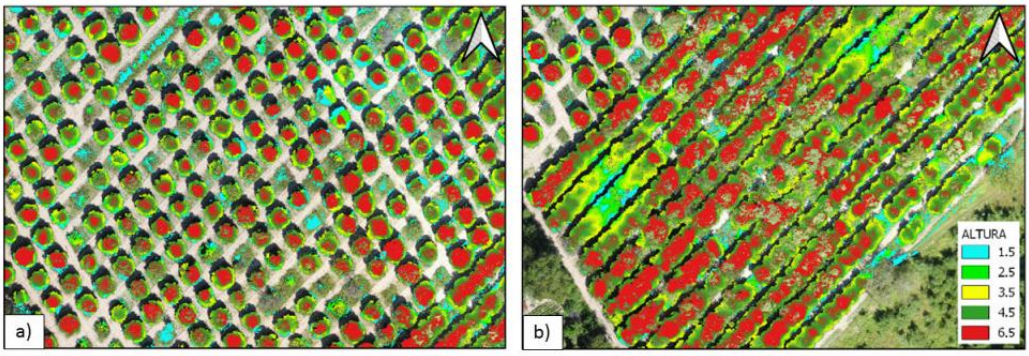


Figura 3. Mapa de altura de árboles generado a partir de imágenes fotogramétricas de UAV. a) Árboles con separación de 8x8; b) Árboles con separación de 8x4.

Adicionalmente, mediante las imágenes captadas por el UAV fue posible identificar con una precisión del 100% la presencia de malezas sobre los árboles de naranja y solo se encontraron errores cuando se encontraban muy cerca (Figura 4). La exactitud se evaluó con los resultados de estimación de cobertura de malezas de la clasificación de las imágenes del UAV y los valores observados en el muestreo. De acuerdo con Peña *et al.* (2013) los mapas de malezas proporcionan información útil que se puede utilizar en los sistemas de toma de decisiones para calcular los requerimientos de herbicidas, y estimar el costo general de las operaciones de manejo de malezas.

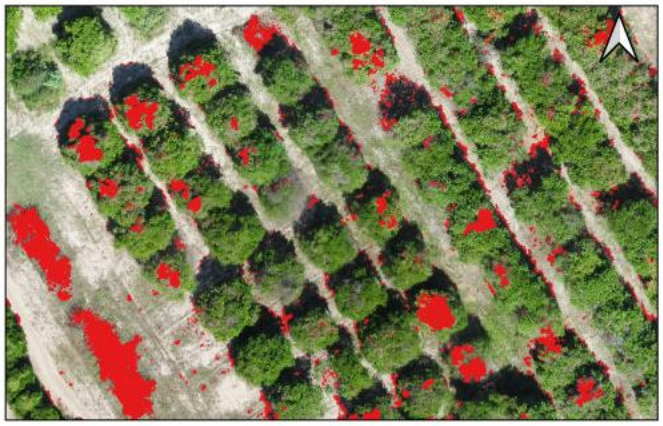


Figura 4. Localización de malezas en huerta de cítricos. Áreas en rojo en las copas de los árboles son malezas trepadoras o enredaderas.

CONCLUSIONES

El uso de imágenes multiespectrales y fotogramétricas captadas por UAV permitió identificar de manera precisa el número de árboles, diámetro de copa, altura del árbol, así como geolocalizar árboles faltantes y generar un mapa de árboles invadidos por maleza. Una de las

utilidades de esta información es la de proveer un estado general de la huerta, situación que podría ser utilizada por el productor para dirigir medidas para subsanar fallas; también podría ser útil para las aseguradoras que se basan en las condiciones de la huerta para decidir la renovación y costo de las pólizas de seguro.

REFERENCIAS

Abdulridha, J., Ehsani, R., Abd-Elrahman, A., and Ampatzidis, Y. (2018). A remote sensing technique for detecting laurel wilt disease in avocado in presence of other biotic and abiotic stresses. *Computers and Electronics in Agriculture* 156: 549-557.

Ampatzidis, Y., and Partel, V. (2019). UAV-Based High Throughput Phenotyping in Citrus Utilizing Multispectral Imaging and Artificial Intelligence. *Remote Sensing* 11 (410): 2-19.

Arely, Ó., and Llano, G. (2016). Sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar, una revisión. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* 15 (28): 83-102.

Csillik, O., Cherbini, J., Johnson, R., Lyons, A., and Kelly, M. (2018). Identification of Citrus Trees from Unmanned Aerial Vehicle Imagery Using Convolutional Neural Networks. *Drones* 2 (4): 1-16.

Hunt, E. R., and Daughtry, C. S. T. (2018). What good are unmanned aircraft systems for agricultural remote sensing and precision agriculture? *International Journal of Remote Sensing* 39: 5345–5376.

IICA (2006). Agricultura de Precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Montevideo, Uruguay.

Leyva, L., Souza, C., and Orlando, R. (2001). Agricultura de precisión. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 10 (3): 7-10.

Muangprathub, J., Boonnam, N., Kajornkasirat, S., Lekbangpong, N., Wanichsombat, A., and Nillaor, P. (2019). IoT and agriculture data analysis for smart farm. *Computers and Electronics in Agriculture* 156: 467-474.

Pedersen, S. M., and Lind, K. M. (2017). Precision Agriculture – From Mapping to Site-Specific Application. *In* "Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives" (S. M. Pedersen and K. M. Lind, eds.), pp. 1-20. Springer International Publishing, Cham, Switzerland.

Peña, J. M., Torres, J., De Castro, A. I., Kelly, M., and López, F. (2013). Weed Mapping in Early-Season Maize Fields Using Object-Based Analysis of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Images. *PLOS ONE* 8: e77151.

CARACTERIZACIÓN DE PRODUCTORES DE DURAZNO EN ZACATECAS, MÉXICO

CHARACTERIZATION OF PEACH PRODUCERS IN ZACATECAS, MEXICO

Sánchez-Toledano, Blanca[1]; Zegbe, Jorge A.[1]; Cuevas-Reyes, Venancio[2]; Borja-Bravo, Mercedes[3]

[1]Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. [2]Campo Experimental Valle de México, INIFAP. [3]Campo Experimental Pabellón, INIFAP.

Autor responsable: toledano.blancaisabel@gmail.gob.mx

RESUMEN

Zacatecas se posiciona entre los cinco principales Estados productores de durazno en México. El durazno es criollo, amarillo, hueso pegado, pulpa firme, propagado sexualmente y cultivado en temporal en ≈ 81% de la superficie cultivada; lo cual, destaca la baja competitividad de este cultivo. No obstante, por el número de productores dedicados a este cultivo, realza su importancia socioeconómica en relación a otros frutales. Si se pretende entender las características y problemáticas de las unidades de producción que sirvan como un instrumento para optimizar la asignación de recursos públicos, y proponer estrategias que mejoren el desarrollo de la agricultura, es necesario entender la heterogeneidad de los productores teniendo en consideración sus características socioeconómicas dentro de las unidades de producción. Por ello, en esta investigación se buscó analizar y segmentar técnica y tipológicamente a los productores de durazno del estado de Zacatecas. Los datos se recopilaron a través de una encuesta a 204 productores de durazno en Zacatecas, México. Los resultados siguieren cuatro tipos de productores: 1) aquellos que plantan durazno sin objetivo, 2) los que plantan durazno a nivel de traspatio, 3) productores donde el durazno forma parte de un sistema de producción agropecuario y 4) productores empresarios de durazno. En esta última categoría, se encontró ≈ 31% de los productores; lo cual podría explicar, en parte, la baja competitividad del cultivo ante otros sistemas producto.

ABSTRACT

Zacatecas is among the five main peach producing States in Mexico. The peach is creole, yellow-pulped, clingstone, firm-pulped, sexually propagated, and cultivated under rain fed conditions in ≈ 81% of the cultivated land; the latter highlights the low competitiveness of this crop. However, the number of peach growers stands out its socioeconomic importance in relation to other fruit trees. If the intention is to understand the characteristics and problems of the production units that serve as an instrument to optimize the allocation of public resources, and to propose strategies that improve the development of agriculture, it is necessary to understand the heterogeneity of growers taking into account their socioeconomic characteristics inside of their production units. Therefore, this research sought to analyze and segment technically and typologically the peach producers of the state of Zacatecas. The data was collected through a survey of 204 peach producers in Zacatecas, Mexico. The results suggest four types of producers: 1) those who plant peach without purpose, 2) those who plant peach at backyard level, 3) growers where the peach is part of an agricultural production system, and 4) peach business growers. In latter category, ≈ 31% of producers were

concentrated; that could explain, in part, the low competitiveness of the peach crop with regard to other crop systems.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito nacional, Zacatecas se ubica entre los cinco Estados con mayor producción de durazno. Sin embargo, en los últimos años la producción ha disminuido de manera significativa; de tal manera que de 2010 a 2018 la producción pasó de 51,747 t a 17, 668 t, respectivamente (SIAP, 2018). Estas cifras sugieren que este frutal ha estado perdiendo importancia en la entidad, posiblemente motivado por la falta de rentabilidad, situación que contribuye al abandono de huertas. Pese a esta situación, no se puede negar que, en el ámbito estatal, el durazno es un cultivo estratégico, particularmente en algunos municipios como Calera, Enrique Estrada, Sombrerete y Valparaíso (Sánchez-Toledano *et al.,* 2013a)

En relación con las características del duraznero cultivado en Zacatecas, se indica que es criollo de hueso pegado, propagado por semilla y cultivado principalmente (≈ 81%) bajo temporal; estas características remarcan la importancia socioeconómica de este cultivo perenne (Sánchez-Toledano *et al.,* 2013a). Asimismo, es importante considerar la mano de obra que demanda, la cual se estima anualmente en aproximadamente cuatro millones de jornales; aspecto que contribuye temporalmente en la economía local, promueve el arraigo de los productores y limita la migración (Sánchez-Toledano *et al.,* 2012). Aunado, a partir de 1999 se ha registrado un repunte en el consumo anual per cápita (2 kg), sugiriendo una demanda del durazno mexicano insatisfecha (Sánchez-Toledano *et al.,* 2012). Sin embargo, aun cuando existen elementos que revelan la importancia que tiene este cultivo en el país, la realidad muestra que en México y específicamente en Zacatecas, las políticas agropecuarias implementadas consideran a los productores como sujetos homogéneos, generando programas de apoyo y asistencia técnica no diferenciadas, y, por ende, alejadas de la realidad (Guillem *et al.,* 2015). Entonces, la caracterización de productores basada en variables de manejo, productivas, sociales y económicas permite conocer, por un lado, las tecnologías producción y, por otro, la toma de decisiones a nivel de unidad de producción para desarrollar políticas diferenciadas por sistema de producción. En consecuencia, el objetivo de esta investigación fue analizar y segmentar técnica y tipológicamente a los productores de durazno del estado de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información se recabó a través de una encuesta personalizada a productores de durazno. El cuestionario, personalizado, se aplicó a una muestra de 204 productores de durazno del padrón de productores registrados en el sistema-producto durazno del estado de Zacatecas. El tamaño de muestra se calculó con base en la fórmula de poblaciones finitas con un nivel de significación al 5% (Z=1.96) y 6.87% como nivel máximo de error permisible (Sánchez-Toledano *et al.,* 2013). Las encuestas se aplicaron en la zona potencial de producción de durazno del estado de Zacatecas, en las localidades de (número de productores): Calera (40), Chalchihuites (5), Enrique Estrada (22), Sombrerete (29), Valparaíso (5), Florencia (12), Fresnillo (42), Jerez (41), Miguel Auza (4), Morelos (1), Villa García (2) y Villanueva (1) del Estado de Zacatecas.

El cuestionario aplicado a cada agricultor incluyó 50 preguntas de tipo cerrado, el cual previamente, se validó con una muestra pequeña de productores. La información obtenida se analizó en el programa IBM SPSS 20. Se utilizó el análisis de conglomerado para el análisis de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conocer los tipos de productores que pertenecen a cada uno de los segmentos puede ayudar en el establecimiento de políticas agrícolas y estrategias de intervención local bien definidas. Para hacerlo, cada segmento se describió usando las características socio-demográficas (Cuadro 1).

El primer segmento identificado como “empresariales” concentró 30.8 % de los productores encuestados (63 productores). Éstos tenían una edad promedio de 56 años y una escolaridad hasta secundaria. La mitad de los productores de este grupo tuvieron algún tipo de crédito, y en general, se trató de productores que han asumido riesgos en su gestión. Los productores de este grupo tuvieron una producción alta y presentaron un índice de manejo tecnológico alto, debido a que contaron con infraestructura para realizar las actividades necesarias para un manejo óptimo (Hernández, 2007). Lo anterior se reflejó en mayor rentabilidad en las unidades de producción (Ayala *et al.,* 2013).

El segundo segmento denominado “productores de subsistencia (traspatio)” representó 13.2 % de la muestra (27 productores). Los miembros de este grupo tenían una edad promedio de 53 años. La edad del productor es determinante en la ejecución de las prácticas agronómicas y, por ende, en el rendimiento del cultivo (Ruiz *et al.,* 2001). En general, estos productores desconfían de las prácticas agrícolas diferentes a las que han aplicado tradicionalmente (Rivera y Romero, 2003). Además, tuvieron índice tecnológico bajo, lo cual se reflejó negativamente en la producción en las unidades y nunca habían tenido crédito o seguro agrícola. Estos productores registraron una instrucción de enseñanza escolar máxima de primaria, que de acuerdo con Vargas *et al*. (2015), es imperativo para el buen desempeño de las actividades agropecuarias dentro de las unidades de producción.

El tercer segmento denominado “productores sin objetivo” fue el grupo más grande con un 38.2 % de la muestra (78 productores). Este grupo de productores consideraban la producción de durazno como una fuente de ingresos para recapitalizarse. Tenían una edad promedio de 54 años, una escolaridad de primaria y no habían tenido crédito o seguro agrícola. Estos productores se caracterizaron por presentar el menor ingreso económico, lo cual limitó la adquisición de insumos e infraestructura que permitiría mejorar la capacidad de las unidades de producción. Al respecto, Mendoza (1979) señaló que grupos de productores como éste, en gran medida dependen de los programas de fomento, sobre todo debido a que la mayoría de sus integrantes son de comunidades rurales marginadas.

El cuarto segmento identificado como “parte de su sistema de producción” representó 17.6 % de la muestra (36 productores). En general, este grupo tuvo una edad promedio de 54 años, una escolaridad de primaria y nunca habían tenido crédito o seguro agrícola. En este sentido, el enfoque tradicional de programas de crédito agrícola dirigidos por la oferta, concibe al crédito como un insumo adicional indispensable para acelerar el cambio tecnológico en la agricultura. Sin embargo, el efecto productivo del crédito es altamente discutible y difícil de medir, porque forzosamente deben ir asociados a la incorporación de tecnologías adecuadas al cultivo (Larqué *et al.,* 2009). Este grupo se encontró en la etapa de análisis de los aspectos técnicos y económicos de la innovación (Young *et al.,* 2001). Por tanto, el aprendizaje de la nueva tecnología es importante porque reduce la incertidumbre y mejora la toma de decisiones. Los productores tienen ideas preconcebidas sobre los beneficios económicos de la nueva tecnología. A partir, de la información generada, el agricultor revisa sus creencias subjetivas sobre la rentabilidad de la tecnología y decide si continúa o no con la nueva tecnología (Ghadim *et al.,* 2005).

Cuadro 1. Valores promedio de las variables clave para los diferentes grupos de productores de durazno en Zacatecas, México

Segmentos	Empresariales	Subsistencia	Productores sin objetivos	Parte de sus sistema de producción
Edad (en años)	56	53	54	54
Escolaridad (años)	8.5	5	5	5
Número de generaciones en la agricultura	3	3	3	2
Superficie total (ha)	8.7	4.6	3.8	5.4
Rendimiento (t ha^{-1})	3.48	1.63	0.96	1.93
Costo de producción (t ha^{-1})	23,268.79	19,490.86	10,487.19	15,729.39
Ingreso neto ($ ha^{-1})	31,182.84	19,576.74	13,134.96	17,625.00
Aceptación nuevas variedades	Positiva	Intermedio	Negativa	Positiva
Crédito	Si	No	No	No
Disposición para tomar riesgos	Tomadores	Aversos	Averso	Intermedio
Infraestructura	Alta	Baja	Baja	Media
Fuente de información utilizada	Técnicos de establecimientos comerciales	Miembros de la familia	Miembros de la familia	Empleados

CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis efectuados, se encontró que los productores de durazno del estado de Zacatecas se pueden agrupar en cuatro grupos diferentes: aquellos que plantan durazno sin objetivo, los que pm agropecuario de producción y productores empresarios de durazno. La caracterización permitió observar que aproximadamente tan solo el 31% de los productores cultivan durazno empresarialmente; esto explica la baja competitividad del cultivo ante otros sistemas producto.

REFERENCIAS

Ayala, A.; Schwentesius, R.; De la O-Olán, M; Preciado, P.; Almaguer, G. y Rivas, P. 2013. Análisis de rentabilidad de la producción de maíz en la región de Tulancingo, Hidalgo, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo,* 10: 381-395.

Guillem, E.; Murray, D.; Robinson, T.; Barnes, A. y Rounsevell, M. 2015. Modelling farmer decision-making to anticipate tradeoffs between provisioning ecosystem services and biodiversity. Agricultural Systems. 137: 12-23.

Ghadim, A.; Pannell, D. y Burton, M. 2005. Risk, uncertainty, and learning in adoption of a crop innovation. Agricultural Economics, 33(1): 1–9.

Hernández, V. 2007. El fenómeno económico y cultural del boom de la soja y el empresariado innovador. Desarrollo Económico, 47(187).

Larqué, B.; Sangerman, D.; Jarquín, M.; Ramírez, B.; Navarro, A. y Serrano, M. 2009. Aspectos técnicos y caracterización del productor de durazno en el estado de México. *Agricultura Técnica en México*, 35 (003), 305-315.

Mendoza, S. 1979. Rendimientos de cultivos y necesidades de información técnica de ejidatarios, colonos y pequeños propietarios del Valle del Yaqui, Sonora. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 200 p.

Rivera, A. y Romero, H. 2003. Evaluación del nivel de transferencia y adopción de tecnología en el cultivo de caña de azúcar en Córdoba, Veracruz, México. *Avances en la Investigación Agropecuaria,* 21(2):20-40.

Ruiz, A.; Medina, G.; González, J.; Ortiz, C.; Flores, E.; Martínez, A. y Byerly, F. 2001. Requerimientos agroecológicos del cultivo INIFAP-SAGAR. Guadalajara, Jalisco, México. 324p.

Sánchez-Toledano, B.; Zegbe J.; Espinoza, J. y Rumayor, A. 2012. Producción y comercialización del durazno criollo de Zacatecas. Folleto técnico No. 43. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 43p.

Sánchez-Toledano, B.; Zegbe, J.; Rumayo, A. y Moctezuma, G. 2013a. Estructura económica competitiva del sector agropecuario de Zacatecas: un análisis por agrocadenas. *Revista Mexicana de Agronegocios,* 17(33).

Sánchez-Toledano, B.; Zegbe J. y Rumayor, A. 2013. Propuesta para evaluar el proceso de adopción de las innovaciones tecnológicas. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 4(6): 855-868.

SIAP. 2018. Anuario estadístico de la producción agrícola: Zacatecas Anuario estadístico de la producción agrícola: http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/ (Consultado abril 2018).

Vargas, J.; Palacios, M.; Camacho, J.; Aguilar, J. y Ocampo, J. 2015. Factores de innovación en agricultura protegida en la región de Tulancingo, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(4), 827-840.

Young, Y.; Rigby, D. y Burton, M. 2001. The development of and prospects for organic farming in the UK. Food Policy, 26:599-613.

CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMIDOR DE CHILE JALAPEÑO EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO

CONSUMER CHARACTERIZATION OF JALAPEÑO PEPPER IN THE STATE OF QUINTANA ROO

Sánchez-Toledano, Blanca[1]; Cuevas-Reyes, Venancio [2]; Góngora-Pérez, Rubén [3]; De la Torre-Solís, Joseline [1]

[1]IINIFAP-Campo Experimental Zacatecas. [2]INIFAP-Campo Experimental Valle de México. [3]IINIFAP-Campo Experimental Mocochá.
Autor de correspondencia: toledano.blancaisabel@gmail.com

RESUMEN

El chile es un alimento tradicional que forma parte de la dieta de la población mexicana. Pese a lo anterior, en los últimos años la producción de chile jalapeño en el estado de Quintana Roo ha disminuido significativamente. Diversos elementos como cambios en los estilos de vida y la dieta de los consumidores pueden contribuir con esta tendencia, de ahí que analizar las preferencias de los consumidores para poder satisfacer sus necesidades puede ayudar incentivar su producción. En esta investigación se caracterizó a los consumidores de chile jalapeño en Quintana Roo. Para ello se realizó una encuesta a consumidores mayores de 18 años (n = 200) en el estado de Quintana Roo. Los análisis efectuados son descriptivos. Los resultados muestran que el atributo más valorado por los consumidores de chile jalapeño son el sabor (87.5 %), seguido por el poco de picor (30 %), el aroma (25.5 %) y funcionalidad (15 %). La frecuencia de consumo de chile jalapeño es diario en un 10.5 %, varias veces a la semana en un 65 %, únicamente los fines de semana en un 16.5 %, y al menos de una vez al mes en un 8 %. Los lugares de compra del chile jalapeño son tienda tradicional (58 %), mercado (49 %), supermercados (34 %), con el productor directo (4 %) y tianguis (3 %). Los principales chiles sustitutos del chile del jalapeño son el habanero, serrano, xcatic, bell o morrón y los chiles secos.

ABSTRACT

Chilli is a traditional food that is part of the mexican population diet. Despite this over the last few years hot chilli pepper production has decreased considerably in the state of Qunitana Roo. Various elements such as changes in the consumer's lifestyle and diet can contribute to this trend. Hence analyzing consumer preferences in order to satisfy their needs can help incentivize their production. In this research, the jalapeño pepper consumers in Quintana Roo were characterized. To this, a survey was conducted of consumers over 18 years of age (n=200) in the state of Quintana Roo. The analyzes carried out are descriptive. The results show that the attribute most valued by consumers of jalapeño peppers are the flavor (87.5%), followed by the grade of hotness (30 %), the smell (25.5 %) and functionality (15 %). Jalapeño pepper consumption frequency is daily by 10.5 %, several times a week by 65 % only on weekends by 16.5 % and the least once a month by 8 %. The purchase places of jalapeño pepper are traditional store (58 %), market (49 %) supermarkets (34 %) with the direct producer

(4 %) and tianguis (3 %). The main substitute for the jalapeño pepper are habanero, serrano, xcatic, bell or bell pepper and dried chilies.

INTRODUCCION

El chile conocido también por su nombre científico como *Capsicum annuum* forma parte importante de los cultivos a nivel mundial (Morón y Ayalón, 2014; Zegbe *et al.,* 2012). Se destaca por tener distintas variedades que se pueden plantar en diversos climas y tipos de suelo *(*Aguirre y Muñoz, 2015). En México el chile es uno de los principales productos de consumo debido a sus diversos usos, estos pueden ser comestible, medicinal, estéticos y para obtención de colorantes y resinas para fines industriales (SAGARPA, 2017).

Existen más de 100 variedades de chiles en México, estas se concentran en 22 grupos verdes y 12 secos (SIAP, 2020). En el mercado mexicano el cultivo de chile verde es importante con una producción de 3.3 millones de toneladas para el año 2018 (SIAP, 2020). Las variedades de chile que tuvieron mayor producción fueron: jalapeño con el 32 % de la producción total, poblano con un 13.7 %, serrano con un 11.32 % y morrón con un 21.7 % (SIAP, 2020).

Particularmente el chile jalapeño es un cultivo con mayor significancia respecto a otros debido a su alta producción, rentabilidad y gran demanda de mano de obra *(*Morón y Ayalón, 2014). El estado de Quintana Roo debido a su ubicación geográfica puede producir chile jalapeño durante todo el año (Góngora y García, 2019). Aunado, tiene gran importancia socioeconómica ya genera más de 100, 000 empleos en jornales/ciclos, haciendo de este el cultivo con mayor participación económica en el Estado (Góngora y García, 2019). No obstante, la producción de chile jalapeño en el estado de Quintana Roo ha disminuido en los últimos años, pasó de 15,482.50 toneladas en el año 2014 a 2,308.50 toneladas en el año 2018, lo que significa una disminución del 85 % (SIACON, 2020). Diversos elementos como cambios en los estilos de vida y la dieta de los consumidores pueden contribuir con esta tendencia, de ahí que analizar las preferencias de los consumidores para poder satisfacer sus necesidades puede ayudar incentivar su producción. Por lo anterior, este trabajo buscó caracterizar a los consumidores de chile jalapeño en el estado de Quintana Roo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo mediante una encuesta aplicada a 200 consumidores de chile jalapeño en el estado Quintana Roo. La encuesta se aplicó en los siguientes municipios (número de encuestas) Bacalar (6), Chetumal (94), Felipe Carrillo Puerto (32), Playa del Carmen (26), Tulum (14) y Cancún (28). El tamaño de muestra se calculó con base en la fórmula de poblaciones finitas con un nivel de significación al 5% (Z=1.96) y 6.9% como nivel máximo de error permisible (Sánchez-Toledano *et al.,* 2013). La población objetivo fueron únicamente consumidores de chile jalapeño mayores de 18 años. La encuesta se dividió en cuatro apartados. En el primero se obtuvo información sobre el consumo de chile jalapeño, forma de consumo, razón de consumo, frecuencia de consumo, lugar de compra, cantidad de compra semanal e integrantes de familia que lo consumen. El segundo apartado se enfatizó en la comercialización del chile jalapeño y el consumo futuro, es decir, los factores que afectan su consumo de compra, aspectos que deben mejorar los productores para una mayor venta y si están dispuestos a compra algún producto agroindustrial derivado de chile jalapeño. El tercer apartado de la encuesta abordó los diferentes chiles que consumidos y la razón del consumo. Por último, se recabó información socioeconómica como sexo, edad, nivel de

estudio, profesión y nivel de ingreso. La información obtenida se analizó en el programa IBM SPSS 20. Para realizar el análisis de la información, se procedió a identificar el tipo de escala de medición utilizada en cada pregunta. Los métodos utilizados para el análisis de los datos fueron univariados (medias y modas) y bivariado (anova).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de la población entrevistada el 34 % fueron hombres y el 65.5 % mujeres. El 13 % de los entrevistados tienen una edad 15 a 29 años, el 43 % de 30 a 44 años, el 33 % de 45 a 59 años y el 11 % restante tiene una edad mayor de 60 años.

De acuerdo a lo encontrado, se observa que de las distintas modalidades en las cuales se puede degustar, destaca la opción de chile procesado como la más habitual (58 %), seguida por el chile fresco (38.5 %) y el seco o ahumado (3.5 %). Entre los motivos de consumo el sabor es el más destacado (87.5 %), poco picor (30 %), aroma (25.5 %) y multifuncionalidad (15 %) (Cuadro 1). Al respecto, los resultados de Rodríguez (2005) coinciden con nuestros resultados donde el atributo más valorado es el sabor.

Cuadro 1. Principales motivos de consumo del chile jalapeño

Característica	Muestra (%)	Característica	Muestra (%)	Característica	Muestra (%)
Sabor	87.5	Gran picor	8.0	Otro (nutricional, fácil de conseguir, es el que se da…)	2.5
Multifuncionalidad en su preparación	15.0	Aroma	25.5	Poco picor	30.0

De las distintas características que puede tener el chile jalapeño, el color preferido por el 90 % de los consumidores es el verde esmeralda oscuro brillante, otras opciones como el amarillo medio y rojo anaranjado son significativamente menos escogidos, con un 5.5 y 4.5 % respectivamente. En cuanto al tamaño predomina la preferencia hacia el chile jalapeño medio (64.5 %) que va de 5 a 7.5 cm, la consistencia deseada más recurrente es alta al tacto (53.0%), en tanto que la anchura que más se prefiere es la mediana (66.0%), con un peso de 25 a 30 gr (70 %), mientras que el rayado más buscado es el que va del 0 al 10%, el cual prefieren el 69.5 % de los consumidores (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características del chile jalapeño más valoradas por los consumidores

Color	Muestra (%)	Anchura	Muestra (%)
Verde esmeralda oscuro brillante	90.0	Mediano (3.0 a 3.5 cm)	66.0
Amarillo medio	5.5	Grande (3.5 a 4.0 cm)	31.5
Rojo anaranjado	4.5	Jumbo (3.7 a 4.5 cm)	2.0
Tamaño		**Rayado**	
Mediano (5 a 7.5 cm)	64.5	0 al 10%	69.5
Grande (8 a 10 cm)	33.5	De 10 a 15%	27.0

Jumbo (≥10 cm)	2.0	Más de 20%	3.5
Consistencia		**Peso**	
Media y en menor grado al tacto	38.5	25 a 30 gr	70.0
Alta al tacto	53.0	30 a 45 gr	26.5
Extremadamente alta al tacto	8.0	45 a 60 gr	0.5

La disposición a pagar por chile jalapeño que el 42 % de los consumidores considera adecuada para promover su consumo es de 10 a 15 pesos por kilo, seguida de 15 a 25 pesos (34.5 %). Otros valores en extremo inferior y superior del precio son opciones menos viables de acuerdo a los consumidores.

El 65 % de consumidores de chile jalapeño consumen el producto varias veces a la semana, el 16.5 % únicamente consume los fines de semana, 10.5 % diario y el 8 % menos de una vez al mes. Sin embargo, según De la Cruz (2008) en el estado de Quintana Roo el consumo de chile habanero es frecuente, ya que este tiende a consumirse diariamente y es un alimento que formar parte de la cultura gastronómica de la región.

De igual manera, los consumidores mencionaron que prefieren comprar el chile jalapeño en tienda tradicional debido a la cercanía de su hogar (58 %), seguido de los mercados porque es más económico (49 %). Asimismo, el 34 % de los consumidores compran chile jalapeño en supermercados debido a que consideran tienen una mayor variedad y mejor calidad y únicamente el 4 % de los consumidores compra el chile jalapeño directamente con el productor por tener una mejor calidad y un precio más económico. Según Ávila (2010), la población en Quintana Roo tiende a comparar sus productos en el supermercado debido a que encuentran mayor variedad, aunque ciertos productos, sobre todos los frescos, prefieren comprarlos en el mercado.

En cuanto a la cantidad consumida los entrevistados mencionaron que el 57 % de la muestra consume menos de medio kilo de chile jalapeño a la semana, el 32 % de medio kilogramo a un kilogramo por semana, el 5 % de entre un kilogramo a dos kilogramos a la semana y únicamente el 1 % consume más de 3 kilogramos de chile jalapeño a la semana. Al igual que en el chile habanero, por lo menos un integrante por familia consume chile jalapeño, lo que muestra que la preferencia de consumo de estos dos chiles es similar en cuanto a las personas que lo consumen (De la Cruz, 2008).

Los consumidores mencionaron que observan dos principales problemas para la comercialización del chile jalapeño en el Estado, el precio (51 %) y el tamaño (47 %). Según Rodríguez (2005), el chile jalapeño se encuentra entre las variedades de chile que tiene un mayor costo en el mercado, es por ello que representa un conflicto para los consumidores. En cuanto al tamaño del chile, el problema se deriva en que los productores del Estado utilizan

una semilla de variedad criolla y su tamaño es de 5 a 8 cm, mientras que la semilla de variedad mejorada tiene un tamaño de 8 a 12 cm (Aguilar *et al.,* 2010). Los aspectos que los encuestados consideran importantes para que los productores tengan una mejor comercialización del chile jalapeño son: en un 50 % la calidad y 50 % el mejoramiento del producto. Lo anterior, conlleva a la recomendación de utilizar semillas mejoradas para cambiar la apariencia del chile jalapeño en la región (Aguilar *et al.,* 2010).

Asimismo, con el fin de incentivar la producción del chile jalapeño en la región, se le pregunto a los encuestados qué productos agroindustriales derivados de este chile estarían dispuestos a consumir. En consecuencia, los dos principales productos que eligieron son las salsas en un 61 % y los enlatados en un 49 %. Lo que coincide con lo que expone Rico (2003) en cuanto a que los productos agroindustriales mejorar los ingresos de los productores y representan un incentivo para la producción.

Los sustitutos del chile jalapeño en Quintana Roo son: habanero, chiles secos, serrano, xcatic y bell morrón. Lo anterior, coincide con lo encontrado por Aguilar et al. (2010), donde mencionan que el consumidor tiene una variedad de chiles para escoger y dependiendo de su ingreso realiza la compra. El chile habanero tiene un consumo promedio de 308 gramos semanales, su razón de consumo es el sabor, el grado de picor y su forma de consumo es fresco. Por otro lado, los chiles secos tienen en promedio un consumo de 385 gramos semanales, su razón de consumo es por el sabor y el color que tiene para diversos guisados o platillos. El chile serrano tiene un promedio de consumo de 270 gramos semanales, su razón de consumo es el sabor y lo prefieren para salsas. El chile xcatic tiene un promedio de consumo de 166 gramos por semana y lo consumen por su sabor y lo utilizan en diversos guisos. Por último, el chile bell o morrón tiene un promedio de consumo de 339 gramos semanales y lo utilizan por su bajo picor para comidas tradicionales.

CONCLUSIONES

El sabor es el atributo más valorado por los consumidores de chile jalapeño de Quintana Roo. Los consumidores de chile jalapeño en el estado de Quintana Roo prefieren consumirlo de manera procesada y su consumo es menor de medio kilogramo a la semana. Por otro lado, en cuento a la comercialización el consumidor de chile jalapeño considera que los principales problemas que observa al momento de comprar son el precio y el tamaño del chile. Del mismo modo, el consumidor considera que el aspecto que los productores deben mejorar es la calidad del chile jalapeño. Una ventana de oportunidad que tienen los productores de chile jalapeño es la elaboración de salsa y productos enlatados, debido a que estos productos

tienen mayor preferencia de consumo. Si los agricultores toman en cuenta las preferencias de los consumidores pueden aumentar sus ventas.

REFERENCIAS

Aguirre, E., y Muñoz, V. (2015). El chile como alimento. Ciencia, 66(3): 16-23.

Agular, V.; Corona, T.; Lopéz, P.; Latournerie, L.; Ramírez, M.; Villalón, H. y Aguilar, A. (2010). Los chiles de México y su distibucion. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Ávila, C. (2010). Ánalisis mercadológico del consumo y distribucion del plátano de Chetumal Quintana Roo (Tesis de Grado). Universidad de Quintan Roo. Quintana Roo.

De la cruz, G. (2008). Estudio de mercado para la salsa de chile habanero el sureño (Tesis de Grado). Universidad de Quintana Roo .Quintana Roo.

Góngora, R. y García Á. (2019). Diagnóstico enfocado a la producción y cadena de valor del chile jalapeño. XXXIII Congreso internacional y II Congreso iberoamericano en Administracion de Empresas Agropecuarias, pp. 739-748. Guanajuato, México .

Morón, A. y Alayón, A. (2014). Productividad del cultivo chile jalapeño (Capsicum anuum L.) con manejo organico o convencional en Calakmul , Campeche, México. Avances en Investigacion Agropecuaria, 18(3): 35-40.

Rodríguez, L. (2005). Preferencias del consumidor por el chile piquin en comparacion con otros chiles en el noreste de México. Chapingo Serie Horticultura. 11; 279-281.

Rico, E. (2003). Análisis de la producción y ahumado de chile jalapeño (Capsicum annuum L.) en la región productora de Escárcega, Campeche, para proponer el establecimiento de un horno deshidratador-ahumador.

SAGARPA. (2017). Planeacion Agricola Nacional 2017-2030, Chiles y Pimientos Méxicanos. Sagarpa. available at https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257072/Potencial-Chiles_y_Pimientos-parte_uno.pdf

Sánchez-Toledano, B.; Zegbe, J. y Rumayor, A. 2013. Propuesta para evaluar el proceso de adopción de las innovaciones tecnológicas. Rev. Mex. Cien. Agríc. 4(6):855-868.

SIAP. (2010). Un panora del cultivo del chile. Servicio de Informacion Agroalimentaria y Pesquera. Available at http://infosiap.siap.gob.mx

SIACON (2020). Sistema de Información Agroalimentaria de consulta (SIACON-NG). Base de Datos.

Zegbe, J.; Valdez, R. y Lara, A. (2012). Cultivo del chile en México. Fitotecnia mexicana. 35 (4): 264

CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE GENERAL ZARAGOZA, NUEVO LEÓN A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS

ENVIRONMENTAL GEOGRAPHICAL CHARACTERIZATION OF THE MUNICIPALITY OF GENERAL ZARAGOZA, NUEVO LEÓN THROUGH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

Jesús Emmanuel Pérez Salinas[1], Sandra Patricia Maciel Torres[2]*, Enrique Hernández Leal[3], Iván Franco Gaytán[3], Karen Pamela Maciel Torres[4]

[1]INEGI, Dirección Regional Norte, calle Selenio Oriente No. 107 Ciudad Industrial Durango, Durango. C.P. 34208. [2]INIFAP, Campo Experimental, General Terán, Km 31 Carretera Montemorelos-China, General Terán, Nuevo León. C.P. 67400. [3]INIFAP, Campo Experimental La Laguna, Matamoros, Coahuila, CP. 27440. [4]Instituto Tecnológico de Lerdo, Av. Tecnológico N° 1555. Periférico Lerdo Km. 14.5, Placido Domingo, Ciudad Lerdo, Durango C.P. 35150. maciel.sandra@inifap.gob.mx

RESUMEN

El conocimiento básico sobre la localización, cantidad y disponibilidad de los recursos naturales es indispensable para la planificación más racional, el desarrollo y el aprovechamiento más inteligente de los recursos. Para una gestión eficiente de éstos, se puede hacer uso de herramientas como los sistemas de información geográficos (SIG). Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue realizar una caracterización geográfica ambiental del municipio de General Zaragoza, Nuevo León, para generar información que pudiera ser de utilidad en la planeación y aprovechamiento de los recursos naturales con que cuenta el municipio. A través de un SIG se generaron los siguientes mapas: localización geográfica, altimetría, meteorología, tipos de suelos, uso de suelos y tipos de vegetación. La altimetría en el municipio oscila entre 1000 y 3550 metros sobre el nivel del mar. El clima es variado. Al respecto, debido a las características de la topografía en el municipio, al centro es frío, al norte semi-húmedo, al oriente caliente y semiárido y al surponiente es templado y subhúmedo. Los suelos en el municipio son poco profundos con textura gruesa y en ocasiones presentan subsuelos duros o poco permeables. El tipo edáfico predominante es el Leptosol. El tipo de vegetación predominante es secundario arbustivo de bosque de encino. En conclusión, el uso de sistemas de información geográficos permitió realizar una caracterización geográfica ambiental del municipio de General Zaragoza, Nuevo León.

ABSTRACT

Basic knowledge of the location, quantity and availability of natural resources is indispensable for the most rational planning, development and smartest use of resources. For efficient management of these, tools such as geographic information systems (GIS) can be used.

Based on the above, the objective of this study was to carry out a geographical environmental characterization of the municipality of General Zaragoza, Nuevo León, to generate information that could be useful in planning and taking advantage of the natural resources that the municipality has. The following maps were generated through a GIS: geographic location, altimetry, meteorology, soil types, land use, and vegetation types. The altimetry in the municipality ranges between 1000 and 3550 meters above sea level. The weather is varied. In this regard, due to the characteristics of the topography in the municipality, it is cold in the center, semi-humid in the north, hot and semi-arid in the east, temperate, and sub-humid in the south-west. The soils in the municipality are shallow with a coarse texture and sometimes have hard or poorly permeable subsoils. The predominant edaphic type is Leptosol. The predominant vegetation type is secondary shrub of oak forest. In conclusion, the use of geographic information systems made it possible to carry out a geographical environmental characterization of the municipality of General Zaragoza, Nuevo León.

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten analizar la información desde múltiples dimensiones y analizar la relación entre la dimensión espacial y la información alfanumérica, para abordar problemas desde múltiples puntos de vista. El objetivo principal de un SIG es el de ayudar y asistir durante las actividades de toma de decisiones espaciales, para el manejo y conservación efectiva de los recursos terrestres (Velazco y Joyanes, 2013). El conocimiento básico sobre la localización, cantidad y disponibilidad de los recursos naturales es indispensable para la planificación más racional, el desarrollo y la explotación inteligente de los recursos. Al respecto, los estudios geográficos ambientales son una herramienta de gestión para la creación de políticas públicas encaminadas hacia la preservación de los recursos naturales y la protección del ambiente. Este tipo de estudios requiere la participación de equipos multidisciplinarios, además, del almacenamiento, e integración de datos geográficos con el propósito de tener una visión integral del territorio que permita la racionalización de la explotación de los recursos naturales, como la agricultura, la ganadería y la extracción de madera, entre otras. Es justo en la tarea de almacenamiento de datos geográficos, en la cuantificación de impactos y riesgos en el tratamiento conjunto de la información, donde los SIG son una herramienta de mayor utilidad para la planeación territorial, por lo que su uso en la actualidad es altamente necesario (Velazco y Joyanes, 2013). En agricultura tienen aplicación en la elección de siembra y cosecha, combate de plagas y enfermedades, planeación del riego, entre otras, sin embargo, no han sido adoptados en forma amplia, en particular en territorios con agricultura con bajo uso de tecnología. Con

base en ello, el presente estudio tuvo el objetivo de realizar una caracterización geográfica ambiental del municipio de General Zaragoza, Nuevo León para generar información que pudiera ser de utilidad en la planeación y aprovechamiento de los recursos naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El municipio de General Zaragoza se encuentra al sur del estado de Nuevo León. Las coordenadas geográficas en el centro de la cabecera municipal son: 23º58'30' de latitud norte y 99º46'de longitud oeste. La extensión territorial del municipio es de 1,314.52 km^2. Limita al norte con el municipio de Aramberri, al sur con los municipios de Hidalgo, Güemez y Miquihuana del estado de Tamaulipas y al oeste con Doctor Arroyo, Nuevo León.

Para realizar la caracterización geográfica ambiental se utilizaron las imágenes de satélite que contenían los datos adquiridos por el satélite Landsat ETM+. De este conjunto de datos se realizó un recorte de la zona en estudio, obteniéndose para el caso de las imágenes del espectro visible e infrarrojo cercano 1025 líneas y 1835 columnas. Fueron georreferenciadas tomando como base la proyección UTM y considerando el elipsoide de Clarke de 1866 y el datum NAD27. Con fines prácticos de cuantificación y para realizar sobre ella los análisis pertinentes, se elaboró un recorte correspondiente a los límites administrativos del municipio de General Zaragoza, Nuevo León.

Con la información anterior, se generaron los siguientes mapas: localización geográfica, altimetría, meteorología, pendientes, tipos de suelo, tipos de vegetación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altimetría en el municipio oscila entre 1000 y 3550 metros sobre el nivel del mar (MSNM). La cabecera municipal tiene una altura de 1,380 MSNM (Figura 1). El punto más alto en el municipio se encuentra en la sierra “El Viejo” tiene una altitud de 3,540 MSNM, y se localiza a 23º 59' latitud norte, 99º 43' longitud oeste. Debido a esta variación en altimetría en General Zaragoza, se puede aprovechar una amplia variedad de especies vegetales. Por ejemplo, en los sitios de mayor altura se tienen: mezquite, nopal, huizache, biznagas, oréganos, magueyes y lechuguilla. Asimismo, se tienen especies maderables como: pino, encino y cedro. Y en las zonas entre 1000 y 2000 MSNM se tienen árboles frutales como: nogal, aguacate, naranja, manzana, limón, higuera y membrillo. Además, se tienen flores de ornato como: alcatraz, dalias, nochebuena, bugambilias, azucenas y rosas (García, 2013).

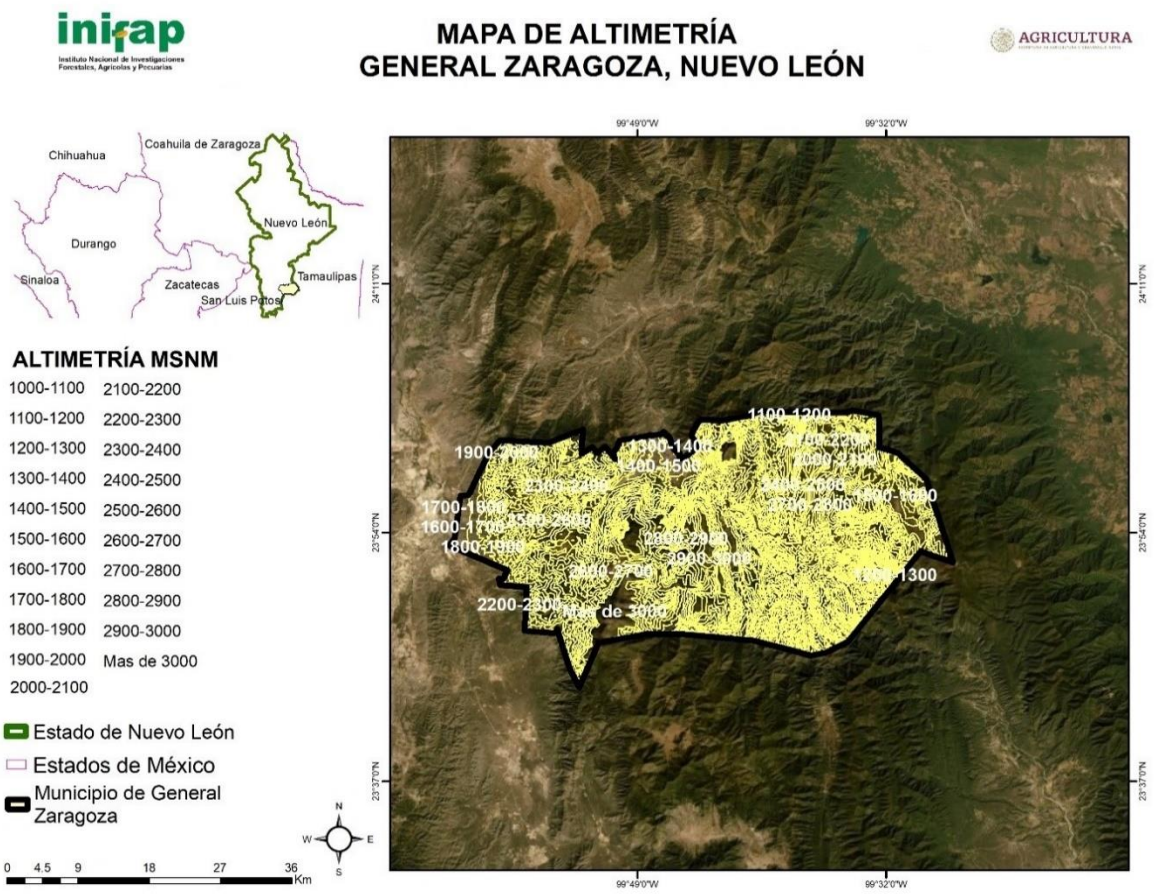


Figura 1. Altimetría en el municipio de General Zaragoza, Nuevo León, México.

El clima es variado. Al respecto, debido a las características de la topografía en el municipio, al centro es frío, al norte semihúmedo, al oriente caliente y semiárido y al surponiente es templado y subhúmedo. De forma aproxima el 70% de la extensión territorial del municipio tiene un clima templado subhúmedo con lluvias en verano (C(W)), en tanto, el restante 30% se divide en partes iguales en los siguientes climas: semiseco, semicálido (C(E) (W)) y semifrío subhúmedo con lluvias en verano (C(E) (W)) y templado subhúmedo con lluvias escasas todo el año (CX) con un promedio anual de entre 14º y 18º C y una precipitación promedio de 900 mm (Figura 2). Debido a la altura sobre el nivel del mar en que se encuentra General Zaragoza, algunos factores como el relieve, la vegetación, hidrografía, situación de los vientos, entre otras, hacen que la temperatura oscile en verano de 20º a 25º C, siendo los meses más calurosos mayo, junio y julio. Asimismo, en invierno se presentan temperaturas de 1º a 12º C presentándose en ocasiones nevadas y heladas (García, 2013).

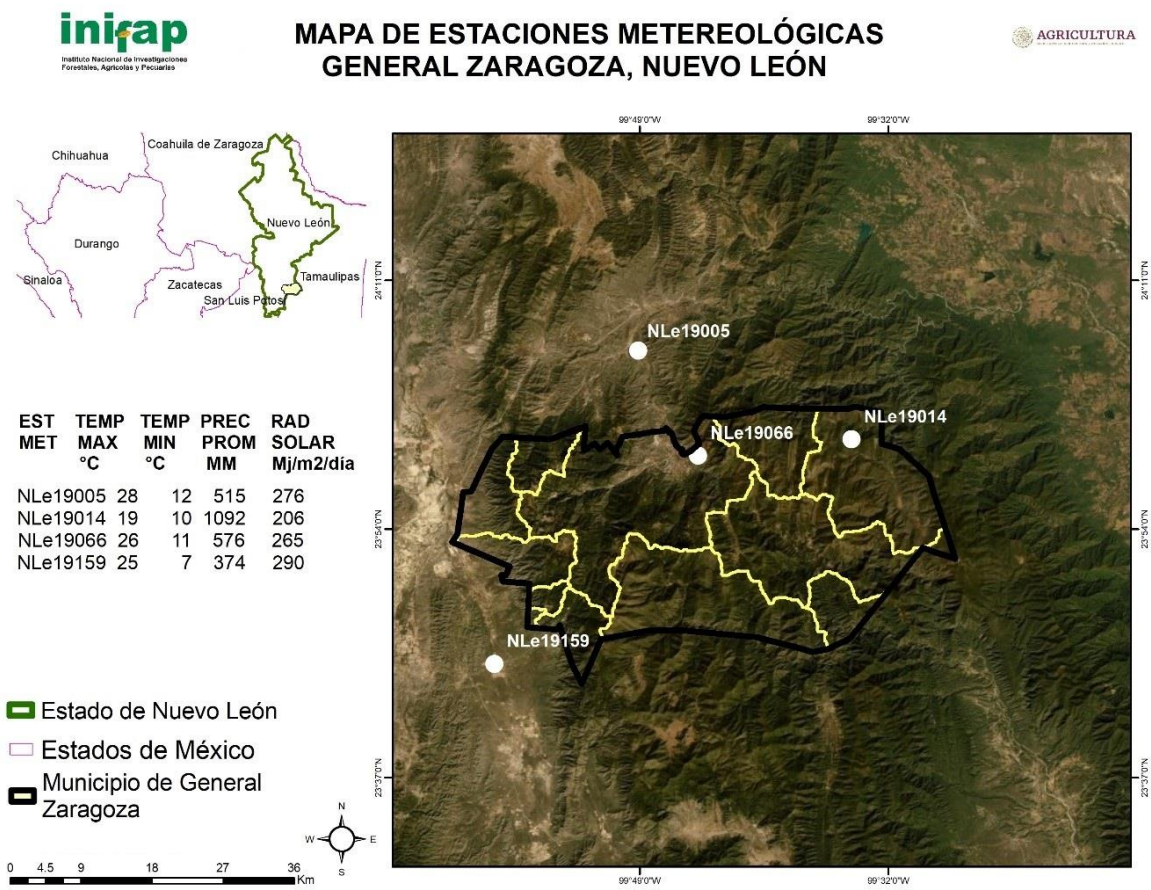


Figura 2. Estaciones meteorológicas en el municipio de General Zaragoza, Nuevo León, México.

Los suelos en el municipio de General Zaragoza son poco profundos con textura gruesa y en ocasiones presentan subsuelos duros o poco permeables. El tipo edáfico predominante es el Leptosol (Figura 3), que se distribuye en forma principal en las zonas serranas, dentro de esta gran porción de suelos de tipo Litosol existen aéreas pequeñas como fondos de cañones o pequeños valles que presentan suelos con una mayor profundidad y con una textura más fina, hacia las porciones extrema este y región central oeste se presentan suelos de tipo Luvisol Crómico, en la zona central del municipio hay zonas pequeñas con presencia de Regosol Calcárico, el área de los alrededores de la cabecera municipal ubicada en la porción norte centro tiene suelos de tipo Feozem Calcárico. Las regiones de bajadas en la porción oeste del municipio presentan suelos de tipo Rendzina, y conforme disminuye la elevación se van presentando suelos de tipo Xerosol Calcárico, Xerosol Háplico y Xerosol Lúvico, el suelo de tipo Solonchak Órtico se ubica en la zona altiplana del municipio (INEGI, 2013).

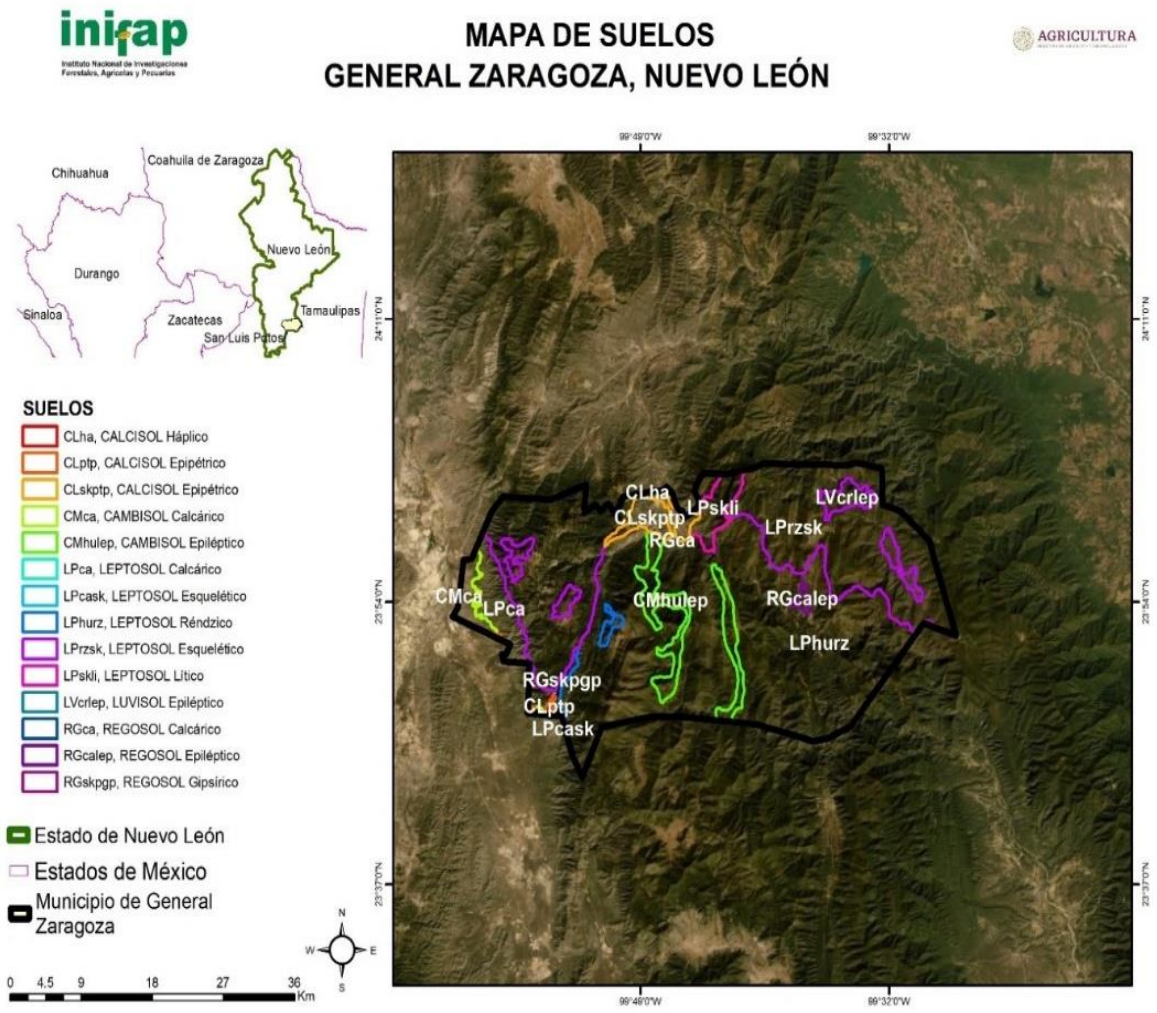


Figura 3. Tipos de suelo en el municipio de General Zaragoza, Nuevo León, México.

El tipo de vegetación predominante es secundario arbustivo de bosque de encino (Figura 5). Dentro del municipio existen zonas con alta diversidad vegetal, en particular, la Sierra San Antonio Peña Nevada y sus alrededores, en dicho sitio, Moreno (2013) indica la existencia de un total de 488 especies, distribuidas en 279 géneros, 74 familias y 17 subespecies, las cuales representan cerca del 67 % de las especies, 72% de los géneros y el 85% de las familias presentes en el municipio.

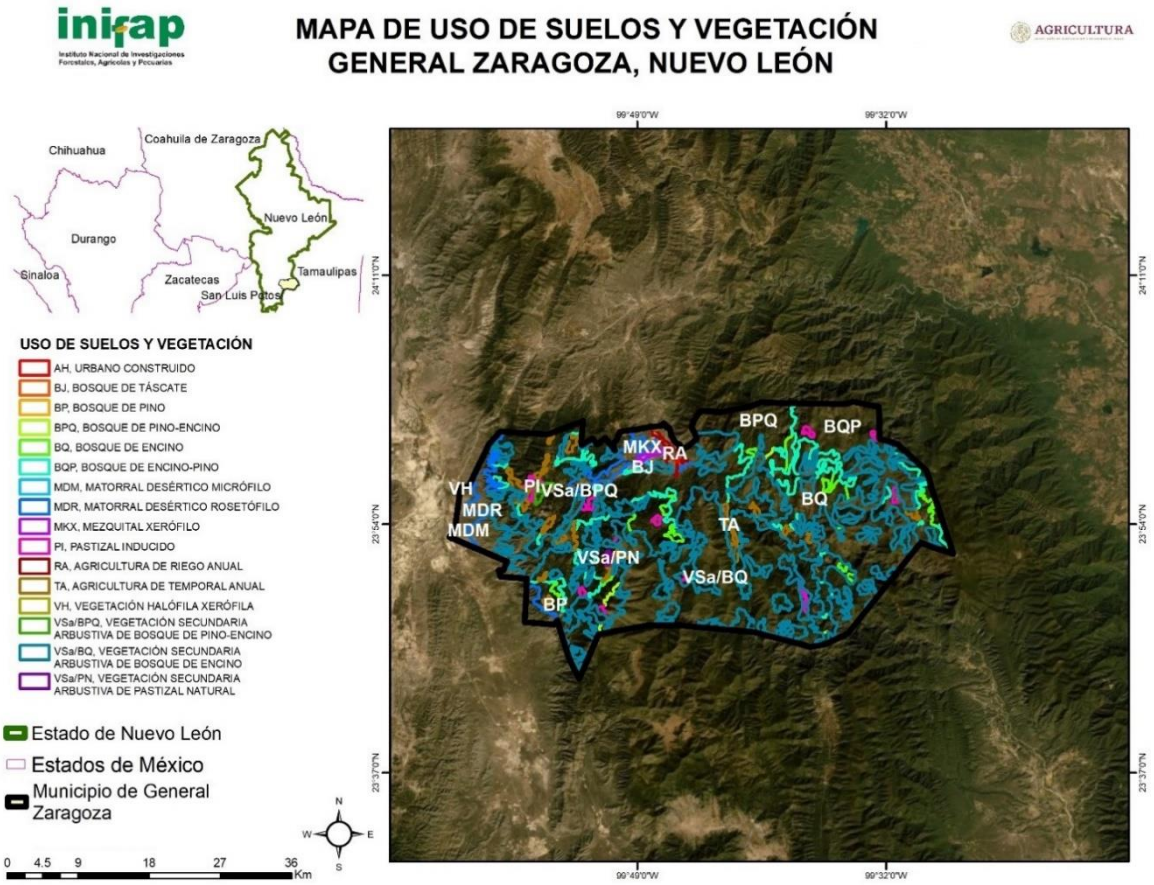


Figura 4. Uso de suelos y vegetación en el municipio de General Zaragoza, Nuevo León, México.

CONCLUSIÓNES

En conclusión, el uso de sistemas de información geográficos permitió generar los mapas de ubicación geográfica, altimetría, meteorología, tipos de suelos y uso de suelos y tipo de vegetación con lo cual se realizó la caracterización geográfica ambiental del municipio de General Zaragoza, Nuevo León.

REFERENCIAS

Velazco, S., & Joyanes, L. (2013). Herramienta GIS y servicios web en la geolocalización como instrumento en la adecuada gestión del territorio: *Geoportal IDE Chinácota. Cúcuta-Colombia,* 18 (1): 50-67

García, A. M.A. (2013). Descripción del área de estudio, 9- 15 p., En: Participación Social y Capital Natural de Zaragoza, Nuevo León. Especies, Sociedad y Hábitat, A. C. (Eds). Instituto Nacional de Desarrollo Social, Programa de Coinversión Social. 132 p.

INEGI. 2013. Continúo de Elevaciones Mexicano 3.0. Resolución 30x30 m. México.

Moreno T. A. 2013. Ecología del paisaje y cambio del uso del suelo y vegetación en la sierra San Antonio Peña Nevada, Zaragoza, Nuevo León. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León. Inédita.

COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS DE MUESTREO DEL PSÍLIDO DEL TOMATE, *Bactericera cockerelli* (Sulc.) EN CHILE, *Capsicum annuum* L.

COMPARISON OF TWO METHODS OF SAMPLING OF PSYLID FROM TOMATO, Bactericera cockerelli (Sulc.) IN CHILE, Capsicum annuum L.

Jaime Mena Covarrubias, Manuel Reveles Hernández, Blanca Isabel Sánchez Toledano, Luis Roberto Reveles Torres, Mayra Denisse Herrera

INIFAP Zacatecas. Carretera Zacatecas – Fresnillo, km. 24.5, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. C.P. 98500 email: mena.jaime@inifap.gob.mx

RESÚMEN

El psílido del tomate, *Bactericera cockerelli* (Sulc.) es un insecto de importancia económica para los cultivos de papa, tomate, chile, berenjena y tabaco; en México fue hasta 1960 cuando se consideró como una plaga. El objetivo fue comparar dos métodos para estimar las poblaciones del psílido del tomate. El primer método fue la utilización de trampas amarillas pegajosas de 22 x 16 cm, de enero a diciembre del 2019; se colocaron 4 trampas distribuidas al azar en todo el lote. El muestreo fue semanal y la variable a medir fue número de adultos de *B. cockerelli*. El segundo método consistió en un conteo directo sobre 20 plantas de chile por cada fecha de muestreo, del 13 de junio al 11 de octubre 2019; las variables medidas fueron: adultos, huevos y ninfas. Los adultos del psílido del tomate estuvieron presentes durante todos los meses del año y solo se observó un pico poblacional de 40 insectos por trampa. Las poblaciones de adultos del psílido del tomate por planta fueron más pequeñas que las observadas en las trampas pegajosas. El uso de las trampas amarillas pegajosas permite detectar con mayor facilidad las poblaciones bajas de *B. cockerelli* al inicio del ciclo del cultivo de chile. El muestreo directo en planta es más preciso para estimar las poblaciones del psílido del tomate. Hay una relación directa y positiva entre las poblaciones de adultos de *B. cockerelli* colectadas en las trampas amarillas pegajosas y la población de huevos en la planta de chile.

Palabras clave: densidad, adultos, huevos, ninfas,

ABSTRACT

Tomato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc.) is an economic importance pest for potatoes, tomatoes, peppers, tobacco and eggplant crops. In México was considered an insect pest up to 1960. The aim of this work was to study a couple of sampling methods for population density estimates of tomato psyllid. Yellow sticky traps, 22 x 16 cm, was the first method; January to December was the sampling period, 4 traps were randomly distributed on the field. Weekly sampling of adults of *B. cockerelli* were recorded. The second method consisted on sampling 20 whole pepper plants from June 13th to October 11th, and number of adults, eggs and nymphs were recorded. Tomato psyllid adults were present during the whole year, and it was a peak of 40 insects per trap per week. Plant density of this psyllid was lower when compared with the number of insects caught on the sticky traps. Early in the pepper growing season, sticky traps allow to estimate more easily lower populations of *B. cockerelli*. Sampling this insect on the pepper plant is more accurate. There is a direct and positive relationship between adults collected on sticky traps with the egg density on the plant for *B. cockerelli.*

Keywords: density, adults, eggs, nymphs

INTRODUCCIÓN

El psílido del tomate, *Bactericera cockerelli* (Sulc.) es un insecto plaga de gran importancia económica que inicialmente solo afectaba el cultivo de la papa, sin embargo, en años recientes se ha vuelto un problema para otras solanáceas como los tomates, chiles, berenjenas y tabaco. La presencia de *B*. *cockerelli* en México fue reportada en 1941 (Caldwell, 1941), siendo hasta 1960 cuando se consideró como una plaga en los cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*) y chile (*Capsicum* spp.) (Garzón *et al*., 1992).

Desde principios del siglo XX, se reconocía que *B. cockerelli* tenía el potencial para ser un insecto invasor y dañino, especialmente para el NW de los estado Unidos de América y México (Crawford, 1914), cuando se demostró que este insecto es el vector de la bacteria *Candidatus* Liberibacter solanacearum (Lso), la cual afecta a los cultivos de papa en Estados Unidos (Munyaneza *et. al*., 2007), chile y tomate en Nueva Zelanda (Liefting *et al*., 2009). En México, recientemente se ha confirmado la presencia de Lso en los cultivos de tomate (Munyaneza *et al*., 2009a), chile (Munyaneza *et al*., 2009b) y en tubérculos de papa procedentes de Saltillo, Coahuila, con el síntoma de pardeamiento interno (Secor *et al*., 2009), y se ha reportado un 33.3% de infección por Lso en plantas de chile colectadas de 14 estados de la República Mexicana, además de que el 100% de los adultos de *B.cockerelli* colectados eran portadores de este fitopatógeno (Melgoza *et al*., 2018).

La estrategia para el manejo de las enfermedades causadas por virus, bacterias y fitoplasmas se centra en el control del insecto vector, debido a que se tienen opciones limitadas para contrarrestar las poblaciones de estos fitopatógenos una vez que se encuentran dentro de una planta infectada. Por lo tanto, es de vital importancia conocer las poblaciones de los insectos vectores para apoyar la toma de decisiones en su manejo, de ahí que el objetivo de este trabajo fuera comparar dos métodos comúnmente utilizados para estudiar las poblaciones del psílido del tomate cuando infesta un cultivo de chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que se localiza en el municipio de Calera, estado de Zacatecas, México, entre los 22º 54´ 10" de latitud norte y los 102º 29´ 28" longitud oeste a una altura sobre el nivel del mar de 2198 m. La plantación del cultivo de chile para secado tipo "Mirasol", cultivar Inifap Zacatecas, se realizó el día 17 de mayo del año 2019, donde cada unidad experimental constó de 6 surcos, de 10 m de largo por 0.76 m de ancho, y hubo un total de 16 unidades experimentales.

El primer método de muestreo fue dirigido a la captura de los adultos del psílido del tomate, y se hizo con la utilización de trampas amarillas pegajosas de 22 x 16 cm, y comprendió los meses de enero a diciembre del 2019; se colocaron un total de 4 trampas distribuidas al azar en todo el lote, y cada semana fueron remplazadas por otras nuevas, para un total de 41 muestreos. La variable a medir en este tipo de muestreo fue la cantidad de adultos de *B. cockerelli* capturados.

El segundo método de muestreo utilizado fue el conteo directo en campo de plantas de chile, y para ello se seleccionaron al azar 20 plantas por cada fecha de muestreo, durante el período del 13 de junio al 11 de octubre del 2019, para un total de 14 muestreos, todo ello realizado sobre el mismo lote de chile antes mencionado. Las variables medidas en este tipo de muestreo fueron: adultos, huevos y ninfas de este psílido por cada planta revisada. Para comparar ambos métodos se hizo una regresión lineal simple entre las 14 fechas donde hubo de manera simultánea en campo las trampas amarillas pegajosas y el conteo de los diferentes estados de desarrollo de este insecto plaga.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los adultos del psílido del tomate estuvieron presentes durante todos los meses del año, e incrementan sus poblaciones durante los primeros meses del desarrollo del cultivo, solo se observó un pico poblacional bien definido, donde la máxima población observada fue de 40 insectos por trampa, por semana el día 22 de julio (Figura 1). Es importante indicar que el uso de trampas amarillas pegajosas al inicio de la temporada, en especial durante las primeras semanas después del trasplante del cultivo, es fundamental para detectar la llegada de los adultos de *B. cockerelli*, los cuales serán los responsables de invadir el cultivo (Godfrey y Haviland, 2004).

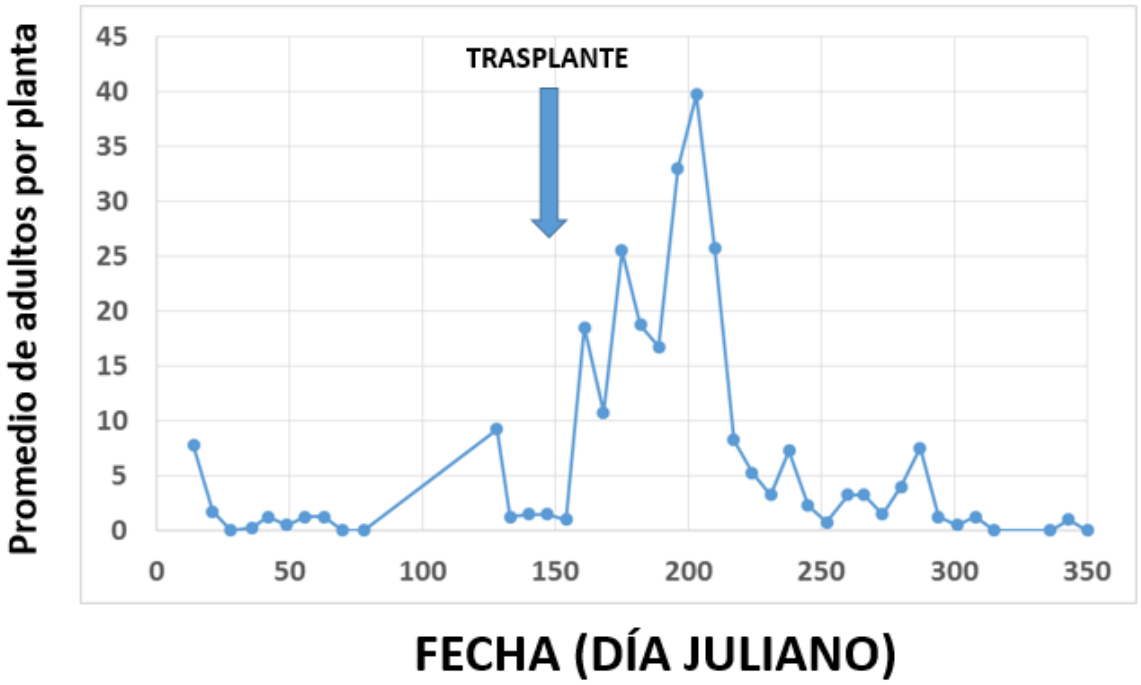


Figura 1. Poblaciones de adultos del psílido del tomate, *Bactericera cockerelli* capturados con trampas amarillas pegajosas en un cultivo de chile tipo “Mirasol” en Calera, Zacatecas en el 2019.

El muestreo directamente sobre la planta de chile indicó que las poblaciones de adultos del psílido del tomate fueron más pequeñas que las observadas en las trampas pegajosas, situación que ha sido reportada con anterioridad, porque las trampas pegajosas amarillas son más efectivas para detectar poblaciones bajas de *B. cockerelli* al inicio de la temporada en comparación a los conteos directos en planta (Yen *et al*., 2013); la máxima densidad encontrada fueron 3.2 insectos por planta el día 26 de junio, y en 10 de los 14 muestreos, la población promedio encontrada fue menor a un adulto por planta (Cuadro 1),. Por lo que respecta a la población de huevos, esta solo estuvo presente hasta fines del mes de julio y la máxima población encontrada fue de 19 huevos el día 18 de julio (Cuadro 1). Y en cuanto a las ninfas, estas sí estuvieron presentes durante la mayor parte del tiempo que le cultivo de chile está en campo y la mayor densidad encontrada fue de 5.1 ninfas por planta. Es importante resaltar que hubo una mortalidad importante en el cambio de huevo a la fase de ninfa, y que en general la variabilidad de los datos obtenidos con el muestreo directo sobre la planta es pequeño, como se puede corroborar a través de los valores del error estándar de cada uno de los tres estadíos monitoreados (Cuadro 1).

Tabla 1. Poblaciones de adultos, huevos y ninfas del psílido del tomate, *Bactericera cockerelli* encontrados en promedio en 20 plantas de chile tipo "Mirasol" en Calera, Zacatecas durante el año 2019.

Fecha	Adultos	Error Std*.	Huevos	Error Std.	Ninfas	Error Std.
13-vi	0.1	0.1	11.2	1.5	0.2	0.1
20-vi	1.8	0.2	3.4	0.5	1	0.3
27-vi	0.5	0.2	1.5	0.3	0.7	0.2
5-vii	0.5	0.1	0	0	2.1	0.3
12-vii	0.6	0.2	15.8	2.3	0.5	0.2
18-vii	0.7	0.2	19.3	1.9	4.8	0.5
26-vii	3.2	0.5	13.8	1.9	4.9	0.8
9-viii	2.5	0.4	0	0	5.1	0.7
16-viii	0.3	0.2	0	0	4.4	0.6
30-viii	0.2	0.1	0	0	0.9	0.3
13-ix	0.3	0.1	0	0	0.5	0.2
20-ix	0.4	0.2	0	0	0	0
4-x	1	0.2	0	0	0.5	0.2
11-x	0	0	0	0	0	0

*Error Std. = Error estándar de la media

Finalmente, la relación que existe entre los conteos de adultos del psílido del tomate en las trampas amarillas pegajosas y las poblaciones de huevos, ninfas o adultos de este insecto por planta, solo fue significativa para la relación directa que existe entre la población de adultos por trampa pegajosa y la densidad de huevos en la planta durante el período en que hay oviposturas en el cultivo (y= 0.5866 – 4.9595, con r^2= 0.585). Hubo mínima relación entre las poblaciones de adultos en las trampas pegajosas y la densidad de adultos de *Bactericera* en la planta (y= 0.0109 – 0.7118, con r^2= 0.021), o con la densidad de ninfas por planta (y= 0.0418 – 1.243, con r^2= 0.069).

CONCLUSIONES

El uso de las trampas amarillas pegajosas permite detectar con mayor facilidad las poblaciones bajas de *Bactericera cockerelli* al inicio de la temporada del ciclo del cultivo de chile.

El muestreo directo en planta es más preciso para estimar las poblaciones del psílido del tomate.

Hay una relación directa y positiva entre las poblaciones de adultos de B. cockerelli colectadas en las trampas amarillas pegajosas y la población de huevos en la planta de chile.

BIBLIOGRAFÍA

Caldwell, J. S. 1941. Preliminary survey of Mexican Psyllidae (Homoptera). Ohio Journal of Science 41(6):418-424.

Crawford DL, 1914. A monography of the jumping plant-lice of the new world. United States National Museum Bulletin: 186 pp.

Garzón, T. J. A.; Becerra, F. A.; Marín, A.; Mejía, A. C. Y. and Byerly, M. K. F. 1992. Manejo integrado de la enfermedad permanente del tomate (*Lycopersicon lycopersicum* Karst ex FawII Mill.), en El Bajío. *In*: Urías, C.; Rodríguez, R. y Alejandre, T. (eds). Afidos como vectores de virus en México. Fitopatología, Colegio de Postgraduados, México. 1:116-118.

Godfrey, L. D. y Haviland, D. R. 2004. Potato Psyllid. How to manage Pest. UC IPM Pest Management Guidelines: Potato. UC ANR Publication 3463. p 38

Liefting, L. W.; Sutherland, P. W.; Ward, L. I.; Paice, K. L.; Weir, B. S. and Clover, G. R. G. 2009a. A new '*Candidatus* Liberibacter' species associated with diseases of solanaceous crops. Plant Dis. 93:208-214.

Melgoza Villagómez, C. M., León Sicairos, C. D. R., López Valenzuela, J. Á., Hernández Espinal, L. A., Velarde Félix, S., & Garzón Tiznado, J. A. 2018. Presencia de Candidatus Liberibacter solanacearum en Bactericera cockerelli Sulc asociada con enfermedades en tomate, chile y papa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *9*(3), 499-509.

Munyaneza JE; Goolsby JA; Crosslin JM; Upton JE. 2007. Further evidence that zebra chip potato disease in the lower Rio Grande Valley of Texas is associated with Bactericera cockerelli. Subtropical Plant Science, 59:30-37.

Munyaneza, J. E.; Sengoda, V. G.; Crosslin, J. M.; Garzón, T. J. A. and Cárdenas, V. O. G. 2009a. First report of "*Candidatus* Liberibacter solanacearum" in tomato plants in Mexico. Plant Dis. 93(10):1076

Munyaneza, J. E.; Sengoda, V. G.; Crosslin, J. M.; Garzón, T. J. A. and Cárdenas, V. O. G. 2009b. First report of "*Candidatus* Liberibacter solanacearum" in pepper plants in Mexico. Plant Dis. 93(10):1094

Secor, G. A.; Rivera, V. V.; Abad, J. A.; Lee, M.; Clover G. R.; and Liefting, L. W. 2009. Association of *Candidatus* Liberibacter solanacearum with Zebra Chip disease of potato established by graft and psyllid transmission, electron microscopy and PCR. Plant Dis. 93(6):574-586.

Yen, A. L., Madge, D. G., Berry, N. A., & Yen, J. D. 2013. Evaluating the effectiveness of five sampling methods for detection of the tomato potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Psylloidea: Triozidae). *Australian Journal of Entomology*. *52*(2), 168-174.

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE VARIEDADES DE CEBADA EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA

BARLEY AGRONOMIC PERFORMANCE AS AFFECTED BY DIFFERENT SOWING DATES

Miguel Angel Avila Perches[1*], Ramón Huerta Zurita[1], Alfredo Josué Gámez Vázquez[1], Mauro Refugio Zamora Díaz[2], Francisco Paúl Gámez Vázquez[1].

[1]INIFAP, Campo Experimental Bajío, km 6.5 de la carretera Celaya-San Miguel de Allende, C. P. 38010, Roque, Celaya, Gto. [2]INIFAP, Campo Experimental Valle de México, km. 13.5 de la carretera Los Reyes-Texcoco, C. P. 56250, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México. *avila.miguel@inifap.gob.mx

RESUMEN

En Roque, Celaya, Guanajuato, se establecieron 16 genotipos de cebada en cinco fechas de siembra durante el ciclo otoño-invierno 2019-2020. Los resultados indican que los mayores promedios de rendimiento de grano e índice de cosecha se presentaron en las fechas de siembra establecidas en el otoño; además, al retrasar el establecimiento del cultivo, hubo disminución en los días a espigamiento. Asimismo, se detectó que los genotipos de seis hileras Alina y W106 sobresalieron por su rendimiento de grano. Es importante añadir que las variedades extranjeras de dos hileras presentaron los mayores promedios de días a espigamiento; dentro de éstas, Prunella y Explorer destacaron por sus valores de producción de grano.

ABSTRACT

Sixteen barley genotypes were established on five sowing dates during the growing season 2019-2020 in Celaya, Guanajuato, Mexico. Results showed that the highest grain yields and harvest indexes occurred with sowing dates established in the fall. In addition, by delaying the establishment of barley crop, there was a decrease in days to complete heading. In terms of grain yield and harvest index, the Mexican six-rowed genotypes Alina and W106 showed the best agronomic performance. On the other hand, two-rowed foreign varieties needed more days to complete heading. Within two-rowed genotypes, Prunella and Explorer showed the best grain yields.

INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, la cebada es el cuarto cereal más importante, después de maíz, trigo y arroz. En el mundo, la producción de este cultivo equivale a cerca de 143 millones de toneladas que se cosechan en poco más de 48 millones de ha que se siembran anualmente, con un rendimiento promedio de 3.0 t ha^{-1}, los principales países productores son: Rusia, Francia, Alemania, Australia y España que obtienen el 40% de la producción (FAO, 2020).

En nuestro país, durante el 2019 se sembraron alrededor de 366,000 ha con cebada y se obtienen poco más de 964,000 t, que se establecen en dos épocas. Durante el ciclo primavera-verano en temporal se cultivaron cerca de 293,000 ha y se cosecho el 57 % de la producción nacional, mientras que en el ciclo otoño-invierno se sembraron alrededor de 73,000 ha en riego y se obtiene el 43 % del volumen nacional. En México, el principal productor de este cereal es Guanajuato con alrededor de 349,000 t, que representan el 36 % de la producción nacional (SIAP, 2020).

El rendimiento de grano es afectado por las condiciones ambientales durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, en especial la temperatura, con frecuencia, los cultivares en ambientes contrastantes muestran rendimientos diferentes de grano, pues la mayoría presentan adaptaciones específicas a condiciones ambientales determinadas (Mendoza *et al*., 2011). La cebada crece en un amplio rango de condiciones ambientales, sin embargo se comporta mejor cuando el espigamiento y llenado de grano tienen lugar con temperaturas moderadas y adecuada humedad del suelo. Entre las principales causas que afectan la calidad industrial del grano, están las condiciones durante y después de la antesis y llenado de grano, es decir, los efectos causados por la presencia de altas temperaturas o heladas (Pérez *et al.*, 2016). Las fechas de siembra en términos de temperaturas cambiantes son fundamentales para determinar el rendimiento potencial del cultivo, ya que es un aspecto importante en el manejo agronómico de la cebada, porque está directamente relacionada con la calidad industrial del grano (Alam *et al*., 2007).

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue cuantificar el efecto de 5 fechas de siembra en el rendimiento de grano y características agronómicas de 16 genotipos de cebada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó bajo condiciones de riego durante el ciclo otoño-invierno de 2015-2016, en terrenos del Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en Roque, municipio de Celaya,

Guanajuato a 20°32’ de latitud norte, 100°49’ de longitud oeste y a una altitud de 1,752 metros sobre el nivel del mar.

Se establecieron cinco fechas de siembra: 15 y 30 de noviembre (FS1 y FS2 respectivamente), 15 y 30 de diciembre (FS3 y FS4 respectivamente) de 2019 y 15 de enero (FS5) de 2020, en cada una se evaluaron 16 genotipos de cebada (Cuadro 1).

Cuadro 1.Genotipos de cebada evaluados en cinco fechas de siembra.

Genotipo	**Número de hileras en la espiga**	**Origen**
Adabella	Seis	INIFAP
Alina	Seis	INIFAP
Esmeralda	Seis	INIFAP
Esperanza	Seis	INIFAP
Josefa	Seis	ICAMEX[1]
S152	Seis	INIFAP
W103	Seis	INIFAP
W106	Seis	INIFAP
Guanajuato	Dos	INIFAP
W104	Dos	INIFAP
W105	Dos	INIFAP
Brennus	Dos	Francia
Explorer	Dos	Francia
Metcalfe	Dos	Canadá
Prunella	Dos	Francia
Voyager	Dos	USA

[1]ICAMEX: Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México.

Los cultivares dentro de cada fecha de siembra se establecieron bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los ensayos se establecieron con una densidad de siembra de 100 kg de semilla por ha. La parcela experimental fue de cuatro surcos de 3 m de largo y 80 cm de separación sembrados a doble hilera con separación de 20 cm entre hileras, en tanto que la parcela útil fueron los dos surcos centrales de 3m. Se utilizó la fórmula de fertilización, 180-60-00 y se aplicó todo el fertilizante en la siembra. Se efectuó un riego después de la siembra para promover la germinación de semilla y emergencia de la plántula,

posteriormente, se aplicaron tres riegos de auxilio a los 40, 65 y 85 días. El resto del manejo agronómico se realizó de acuerdo a las recomendaciones del INIFAP para la región.

Se determinaron las siguientes variables: Rendimiento de grano (RG), días a espigamiento (DE) y altura de planta (AP). Se realizaron análisis estadísticos individuales de cada fecha de siembra y combinados, utilizando el programa SAS. Cuando las diferencias fueron significativas se empleó la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS) al 0.05 de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza (ANVA) detectaron diferencias significativas en todas las fuentes de variación de los tres caracteres estudiados, no obstante, por la magnitud de los cuadrados medios de los ANVA, sobresale la importancia de la fecha de siembra (FS) en la manifestación de las variables evaluadas, la relevancia de la FS en cebada también ha sido reportada por Alam *et al*. (2007). Además es importante mencionar que los coeficientes de variación tuvieron valores menores al 22 %, lo cual se considera aceptable y es indicativo de la confiabilidad de los resultados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cuadrados medios de los análisis de varianza de tres caracteres agronómicos de 16 genotipos de cebada evaluados en cinco fechas de siembra.

Fuente de variación	Rendimiento de grano	Espigamiento	Altura de planta
Genotipo (G)	8943139.10**	1319.76**	272.01**
Fecha de siembra (FS)	18288599.58**	1401.99**	703.64**
G X FS	1256048.90**	5.95**	65.78**
C. V.[1] (%) G	13.70	2.89	6.99
C. V. (%) FS	21.10	2.12	12.09

[1]C. V.: Coeficiente de variación. [2]N. S.: No significativo. * y **: Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

El mayor rendimiento de grano (RG) se observó en la fecha de siembra (FS) del 30 de noviembre y 15 de diciembre con promedios que superaron los 6, 500 kg ha^{-1}, es importante señalar que los menores valores se presentaron en la FS 4 y 5 (30 de diciembre y 15 de enero), el más alto RG en las FS establecidas al final del otoño también fue reportado por Pérez *et al*. (2016). Conforme se retraso la fecha de establecimiento del cultivo, descendieron los días a espigamiento, lo anterior coincide con lo reportado en Triticale por Mendoza *et al*.

(2011). Por último cabe señalar que los mayores promedios en AP se observaron en la FS3 y los menores en la FS5 (Cuadro3).

Cuadro 3. Rendimiento de grano y características agronómicas de 16 genotipos de cebada evaluados en cinco fechas de siembra

Factor de estudio	Rendimiento de grano (kg ha^{-1})	Días a espigamiento	Altura de planta (cm)
Fecha de siembra			
15 noviembre	6,112.9	72.43	66.47
30 noviembre	6,704.7	68.81	67.53
15 diciembre	6,570.4	67.50	73.64
30 diciembre	5,995.00	61.37	68.90
15 enero	5,137.7	59.37	63.15
DMS[1]	606.4	0.89	3.86
Genotipo			
Alina	7,696.0	59.0	73.1
W106	7,031.3	61.6	64.8
Prunella	6,973.3	78.2	66.4
W103	6,682.0	61.2	65.2
Esperanza	6,529.7	63.6	59.1
Explorer	6,437.0	78.2	64.0
Josefa	6,187.0	66.0	69.3
Guanajuato	6,154.3	69.4	69.4
Metcalfe	5,876.7	76.2	74.5
Voyager	5,843.0	78.2	71.6
Brennus	5,813.7	78.2	61.3
S152	5,785.0	61.2	71.0
Esmeralda	5,449.0	59.0	68.9
Adabella	5,308.3	61.2	70.5
W104	5,201.0	52.6	70.8
W105	4,699.0	50.6	66.3
DMS	603.41	1.0	3.4

[1]DMS: Diferencia mínima significativa

En promedio de las cinco fechas de siembra (Cuadro 3), sobresalió por su RG la variedad Alina con un valor cercano a 7,700 kg ha^{-1} y destacó con un porte de planta de 73.1 cm, El

buen comportamiento de éste genotipo también fue reportado por Pérez *et al*. (2016). Los cultivares extranjeros de dos hileras fueron las más tardías, pero sobresalen por su rendimiento, Prunella y Explorer con valores de 6,973.3 y 6,437.0 kg ha^{-1} respectivamente.

CONCLUSIONES

-Los mayores valores de rendimiento de grano e índice de cosecha se presentaron en las fechas de siembra establecidas en el otoño. Conforme se retrasa la fecha de siembra se observó disminución en los días a espigamiento. Los genotipos de seis hileras, Alina y W106 sobresalieron por su rendimiento de grano. Las variedades extranjeras de dos hileras presentaron los mayores promedios de días a espigamiento, dentro de éstas, Prunella y Explorer destacaron por sus valores de producción de grano.

REFERENCIAS

Alam, M.Z., S.A. Haider and N.K. Paul. 2007. Yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) in relation to sowing times. Journal of Biological Sciences, 15: 139-145.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2020. Consultado en: www.fao.org/faostat

Mendoza E. M., E. Cortez B., J.G. Rivera R., J.A. Rangel L., E. Andrio E. y F. Cervantes O. 2011. Época y densidad de siembra en la producción y calidad de semilla de triticale (*X Triticosecale* Wittmack). Agronomía Mesoamericana, 22(2):309-316.

Pérez R. J. A., M. Zamora D., J. A. Mejía, A. Hernández L. y S. Solano H. 2016. Evaluación de 10 genotipos de cebada (H*ordeum vulgare* L.) en cinco fechas de siembra y dos ciclos agrícolas. Agrociencia 50: 201-213.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2020. Consultado en: www.siap.gob.mx

COMPORTAMIENTO DE VARIEDADES DE TRIGO EN EL SUR DE SONORA

BEHAVIOR OF WHEAT VARIETIES IN SOUTH SONORA

Díaz-Ceniceros, Huizar Leonardo[1]; Borbón-Gracia, Alberto[1]; Chávez-Villalba, Gabriela[1]; Alvarado-Padilla, Jorge Iván[2]; y Cubedo-Ruiz, Edgar Adalberto[1].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug. km. 12. Cajeme, Obregón, Sonora, México.
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de Mexicali km. 7.5 San Felipe, Mexicali, B. C., México.
diaz.huizar@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El mejoramiento genético es un proceso continuo de trabajo, lo cual permite generar nuevas variedades que tengan alto potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades, estabilidad a través de ambientes, resistentes al acame y alta calidad industrial. En este estudio se tuvo el objetivo de analizar el comportamiento de las variedades de trigo cristalino y harinero en el sur de Sonora, sobre todo las de reciente liberación. La investigación se desarrolló en las localidades de Villa Juárez, Navojoa, Región Fuerte Mayo, Campo Experimental Norman. E. Borlaug y Sitio Experimental Valle del Mayo. La nueva variedad de trigo cristalino en proceso de registro Don Lupe C2020 alcanzó un rendimiento promedio de 6 240 kg ha^{-1} similar al obtenido por CENEB Oro C2017 y Quetchehueca Oro C2013. Don Lupe C2020 se comportó como las variedades de trigo harinero, pero fue tan competitiva como el resto de los trigos macarroneros. La nueva variedad de trigo harinero CIANO M2018 alcanzó un rendimiento promedio de 6 190 kg ha^{-1}, mientras que Borlaug100 obtuvo 6 002 kg ha^{-1}. CIANO M2018 mostró una excelente estabilidad, en la mayoría de los ambientes igualó y superó el rendimiento de grano de Borlaug 100. Por lo que se esperaría que en los próximos años sea cultivada en forma conjunta con Borlaug 100 en el noroeste de México.

ABSTRACT

Genetic improvement is a continuous work process, which allows generating new varieties that have high yield potential, disease resistance, stability through environments, lodging resistance and high grain quality. The objective of this study was to analyze the behavior of durum and bread wheat varieties in south of Sonora, especially those of recent release. The investigation was developed in Villa Juarez, Navojoa, the Fuerte Mayo Region, Norman E. Borlaug Experimental Field and Mayo Valley Experimental Site. The new durum wheat variety Don Lupe C2020 in registration process reached an average yield of 6 240 kg ha^{-1} similar to CENEB Oro C2017 and Quetchehueca Oro C2013. Don Lupe C2020 behaved like the

varieties of bread wheat, but was as competitive as the rest of the durum wheat. The new CIANO M2018 bread wheat variety achieved an average yield of 6 190 kg ha^{-1}, while Borlaug 100 obtained 6 002 kg ha^{-1}. CIANO M2018 showed excellent stability, in most environments it equaled and exceeded the grain yield of Borlaug 100. Therefore, it is expected to be cultivated with Borlaug 100 in the upcoming years in northwestern Mexico.

INTRODUCCIÓN

En México durante el 2019, el trigo alcanzó una producción de 3.2 MT con un promedio nacional de 5.5 t ha^{-1}, en una superficie cultivada de 586 543 ha, lo cual representa un valor de 12 884 millones de pesos (SIAP, 2020). El sur de Sonora es la región productora de trigo más importante en México con el 53 % de la producción nacional (SIAP, 2020), donde los problemas fitosanitarios son la roya de la hoja causada por *Puccinia triticina* E., roya amarilla causada por *P. striifirmis* f. sp. *tritici* y el carbón parcial causado por *Tilletia indica* T. (Figueroa-López *et al*., 2011). Las royas se han controlado mediante el uso de variedades resistentes generadas a través del mejoramiento genético, que es el método más económico y seguro (Huerta-Espino y Singh, 2000).

La resistencia genética a enfermedades y el potencial de rendimiento son los atributos más importantes para la adaptación de variedades, de esta forma surge la necesidad de contar con una gama de variedades con dichas características que sean transferidas y adoptadas por los productores, con el fin de aumentar la productividad (Camacho-Casas *et al*., 2012).
El mejoramiento genético es un proceso continuo de trabajo, lo cual permite generar constantemente nuevas variedades como son CENEB Oro C2017, CIANO M2018 y Don Lupe C2020 que han mostrado buen nivel de resistencia a las razas de royas y con alto potencial de rendimiento (Alvarado-Padilla *et al.,* 2020). Por lo anterior, se tuvo como objetivo analizar el comportamiento de las variedades de trigo cristalino y harinero en el sur de Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el sur de Sonora, a lo largo del Valle del Yaqui y del Mayo en las localidades de Villa Juárez, Navojoa, Región Fuerte Mayo, Campo Experimental Norman. E. Borlaug-Cd. Obregón (CENEB) y Sitio Experimental Valle del Mayo-Navojoa (SEMAY). Se establecieron seis variedades, dos variedades de trigo harinero CIANO M2018 y Borlaug 100, así como Don Lupe C2020, CENEB Oro C2017, Quetchehueca Oro C2013 y CIRNO C2008 del tipo macarronero. El establecimiento de las variedades se realizó durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2019-2020.

El manejo agronómico de los módulos de validación estuvo a cargo de los productores cooperantes, con excepción en las localidades Fuerte Mayo, SEMAY y CENEB, donde se aplicó la dosis de fertilización 276-52-00 de N-P-K. Para el control malezas se usó Metsulfurón metil+Thifensulfurón metil y Pinoxaden+Cloquintocet-mexyl, así mismo, para el combate de pulgón se utilizó Imidacloprid+Betacyfluthrin, en todas las aplicaciones de utilizó adherente (Inex A). Se aplicaron 3 riegos de auxilio, el primero a los 40 días después de la siembra (dds), el segundo a los 75 dds y el tercero a los 95 dds.

Para la evaluación del rendimiento de grano se realizaron cuatro muestreos por variedad, el área de muestreo fue de 1.6 m de ancho por 5 m de longitud (8 m^2), el promedio de las muestras se utilizó para estimar el rendimiento por hectárea. Para analizar y visualizar el comportamiento del rendimiento de las variedades a través de las diferentes localidades, se realizó un gráfico de heat map de doble cluster. Los cluster fueron generados utilizando los coeficientes de correlación entre el rendimiento de grano y la localidad como distancia (correlación de -1 a 1) (Tiessen *et al.,* 2017). De esta manera se agruparon las variedades por medio de su productividad de grano con respecto a las diferentes localidades en las cuales se llevó acabo el presente trabajo. Para este análisis se utilizó el paquete estadístico RStudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento promedio general en la región fue de 6 293 kg ha^{-1}, todas las variedades de trigo cristalino fueron superiores a las variedades de trigo harinero.

La nueva variedad de trigo cristalino en proceso de registro Don Lupe C2020 alcanzó un rendimiento promedio de 6 240 kg ha^{-1} similar al obtenido por CENEB Oro C2017 y Quetchehueca Oro C2013. La nueva variedad mostró su potencial de rendimiento en el CENEB, SEMAY y Villa Juárez (Cuadro 1). CIRNO C2008 es una de las variedades mexicanas con una gran estabilidad, es por ello que no se deja de sembrar en el noroeste de México a pesar de la susceptibilidad a la roya de la hoja y roya amarilla. Las variedades mencionadas forman parte del mosaico genético de variedades de trigo cristalino para el noroeste de México y deben estar disponibles para futuras emergencias fitosanitarias, pues además de que son competitivas, presentan excelente calidad industrial para la elaboración de pastas.

La nueva variedad de trigo harinero CIANO M2018 alcanzó un rendimiento promedio de 6 190 kg ha^{-1}, mientras que Borlaug100 obtuvo 6 002 kg ha^{-1}. La nueva variedad presentó los más altos rendimientos en la SEMAY, CENEB y Villa Juárez, mostrando una diferencia respecto a Borlaug100 de 516, 611 y 240 kg ha^{-1}, respectivamente (Cuadro 1).

El heat map agrupó las variedades en dos grupos (Figura 1), el primero conjuntó a las variedades CENEB Oro C2017, Quetchehueca Oro C2013 y CIRNO C2008 y el segundo se conformó por CIANO M2018, Borlaug 100 y Don Lupe C2020. Las localidades con los rendimientos menores (Navojoa y Fuerte Mayo) las separó del resto de los ambientes.

Cuadro 1. Rendimiento de grano (kg ha^{-1}) por variedad en los diferentes ambientes.

VARIEDAD/LOCALIDAD	NAVOJOA	FUERTE MAYO	VILLA JUÁREZ	CENEB	SEMAY	PG
CIANO M2018	3 697	5 233	7 006	7 297	7 719	6 190
BORLAUG100	3 900	5 454	6 766	6 686	7 203	6 002
DON LUPE C2020	3 677	5 491	8 267	6 939	6 828	6 240
CIRNO C2008	4 668	4 513	9 064	7 609	7 469	6 665
QUETCHEHUECA ORO C2013	4 225	3 914	8 691	7 294	7 406	6 306
CENEB ORO C2017	4 151	4 060	8 675	6 841	8 047	6 355
PG	4 053	4 777	8 078	7 111	7 445	

PG =Promedio general.

Don Lupe C2020 se agrupó con las variedades de trigo harinero (CIANO M2018 y Borlaug100) por su respuesta en los diferentes ambientes, pero fue tan competitiva en las localidades de Villa Juárez, CENEB y SEMAY, como el resto de las variedades de trigo cristalino, además, las superó en la región Fuerte Mayo. Logrando perfilarse como una opción de trigo macarronero para dicha zona.

Por su parte CIANO M2018 mostró una excelente estabilidad, en la mayoría de los ambientes igualó y superó el rendimiento de grano de Borlaug100. Por lo que se esperaría que en los próximos años CIANO M2018 sea cultivada en forma conjunta con Borlaug100 en el noroeste de México.

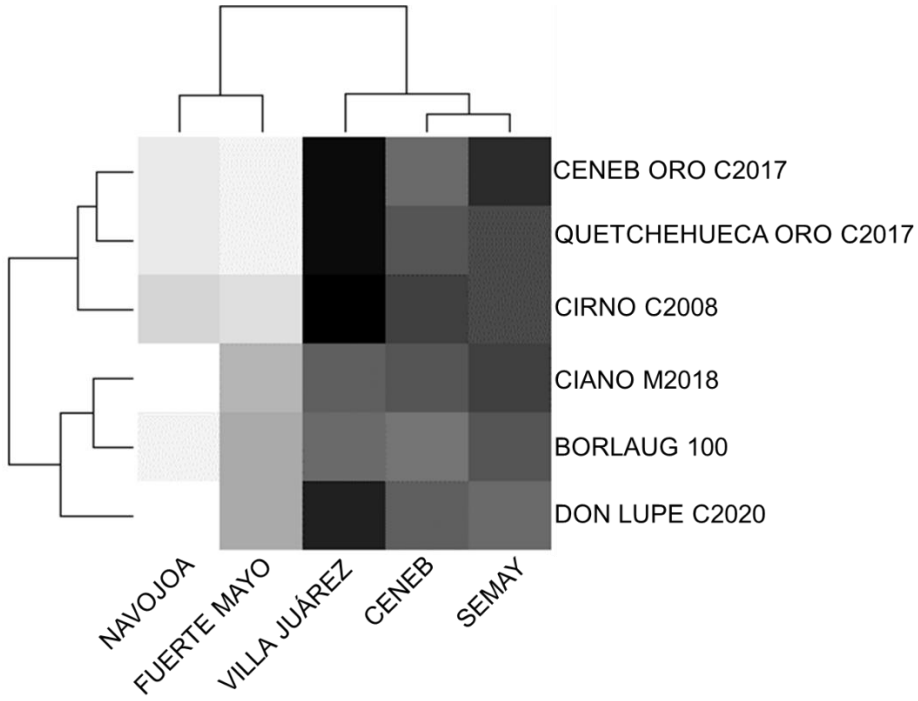


Figura 1. Heat map de rendimiento de grano por variedad en los diferentes ambientes. A mayor intensidad de color, mayor es el rendimiento (kg ha^{-1}).

CONCLUSIONES

La región del sur de Sonora tiene disponible un mosaico de variedades para continuar la producción de trigo cristalino e incrementar la producción de trigo harinero. Este mosaico de variedades provee a los productores diferentes opciones de siembra, lo cual también ayuda a prevenir futuras epifitias gracias a la diversidad genética de las variedades.

REFERENCIAS

Alvarado-Padilla J. I., Chávez-Villalba G., Díaz-Ceniceros H. L., Borbón-Gracia A., García-León E., Villaseñor-Mir H. E., Solís-Moya E., Huerta-Espino J., Santa-Rosa R. H. y Martínez-Cruz E. 2020. Variedades de trigo recomendadas para los Valles de Mexicali, B. C. y San Luis Río Colorado, Son. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Valle de Mexicali. Desplegable para productores. Núm. 94.

Camacho C. M., G. Chavez V., P. Figueroa L., A. Borbón G., G. Fuentes D. y J. L. Félix F. 2012. Rendimiento de la variedad de trigo cristalino “ORITA” vs variedades seleccionadas y liberadas para el sur de Sonora. Memoria del XVI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. UABC. Mexicali, B.C.

Figueroa L. P., G. Fuentes D., J. M. Cortés J., L. M. Tamayo E., P. Félix V., J. E. Ortiz E., I. Armenta C., V. Valenzuela H. G. Chávez V. y J.L. Félix F. 2011. Guía para producir trigo en el sur de Sonora. Folleto para productores N° 39. Cd. Obregón, Sonora, México.

Huerta-Espino. J. y R. Sing. 2000.Las royas del trigo. In: el trigo de temporal en México. Villaseñor, M. H. E. y R. E. Espitia. SAGAR, INIFAP, CIR- CENTRO y CEVAMEX. México. pp 231-251.

Moreno-Ramos, O. H., M. H. Herrera-Andrade, I. R. Cruz-Medina y A. Turrent-Fernández. 2014. Estudio de la tecnología de producción de trigo por agrosistema, para señalar necesidades de información. Revista mexicana de ciencias agrícolas 5(8): 1351-1363.

Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2019. SAGARPA. México. Consultado: junio, 2020. Disponible en http:/ www.siap.sagarpa.gob.mx/.

Tiessen, A., E. A. Cubedo-Ruiz and R. Winkler. 2017. Improved representation of biological information by using correlation as distance function for heatmap cluster analysis. American Journal of Plant Sciences 8(3): 502-516.

CONSUMO DE AGUA Y SU EFICIENCIA DE APLICACIÓN EN RIEGO POR GOTEO EN MANZANO

WATER INTAKE AND ITS APPLICATION EFFICIENCY IN DRIP IRRIGATION IN APPLE

Juan M. Covarrubias Ramírez[1]*, Juan G. Martínez Rodriguez[1], Gregorio Briones Sánchez[2] y Alejandro Zermeño González[2]

[1]Campo Experimental Saltillo, Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria,(INIFAP) [2]Depto. Riego y Drenaje, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, (UAAAN) . *covarrubias.juan@inifap.gob.mx

RESUMEN

El riego por goteo es el más utilizado en manzano en la Sierra de Arteaga, la determinación del consumo de agua y la eficiencia de aplicación nos ayuda a incrementar la eficiencia en el uso del agua en el cultivo. En una huerta de manzana del Rancho Roncesvalles, Arteaga, Coahuila, en un intervalo de riego de 18 días, el consumo de agua en 18 días fue de 0.043 m. El promedio del volumen capturado fue 4.549 LPH y Desviación estándar fue 0.159, realizando el cálculo la eficiencia de aplicación fue 96.5%. El riego por goteo es el más eficiente pero su uso está restringido por el número de unidades de riego.

ABSTRACT

Drip irrigation is the most used in apple trees in the Sierra de Arteaga, the determination of water consumption and application efficiency helps us to increase the efficiency in the water use in the crop. In an apple orchard of Rancho Roncesvalles, Arteaga, Coahuila, in an irrigation interval of 18 days, the water consumption in 18 days was 0.043 m. The average volume captured was 4,549 LPH and standard deviation was 0.159, the calculation of the application efficiency was 96.5%. Drip irrigation is the most efficient but its use is restricted by the number of irrigation units.

INTRODUCCIÓN

El consumo de agua por un cultivo se conoce como la eficiencia en el uso de agua en la producción agropecuaria, se puede comprender desde cuatro grandes aspectos: a) El almacenamiento del agua, b) La conducción del agua y el diseño del sistema de riego, c) La eficiencia de aplicación o uniformidad de distribución (UD) del agua en el sistema de riego y d) La eficiencia en el uso del agua (EUA) en el cultivo. Los aspectos de almacenamiento en presas y conducción en canales a cielo abierto y cerrados subterráneos en los Distritos de

Riego pertenecen a obras hidráulicas; la conducción y el diseño del sistema de riego pertenece a unidades de riego y compañías de riego, que por lo general se manejan con pozos profundos (Covarrubias *et al*., 2013).

El consumo de agua en el cultivo parte de dos situaciones: la planta requiere un rápido intercambio gaseoso con la atmósfera para la asimilación de CO^2 y producción de materia seca (MS) y para mantener un alto nivel hídrico en las hojas es necesario de un mínimo intercambio gaseoso con la atmósfera.

La eficiencia de aplicación del agua en los sistemas de riego es el concepto de EUA en irrigación porque define la eficiencia de aplicación del agua por el sistema. Las evaluaciones en el campo de los sistemas de riego permiten revisar las condiciones actuales del funcionamiento y estudiar las alternativas para el mejoramiento de la EUA y el objetivo del estudio es determinar la eficiencia de aplicación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció en una huerta de manzano con la variedad Golden standard injertada en el patrón MM 106, desarrollado bajo un sistema de conducción en líder central. La distancia de plantación es de 4x2 m con 1250 árboles/ha y con sistema de riego por goteo ubicada en el Rancho Roncesvalles, Arteaga, Coahuila. La estimación del consumo de agua se realizó mediante la evapotranspiración de referencia (Etr), (Allen *et a*l., 2010), determinada por la Red Nacional de Estaciones Agroclimáticas del INIFAP, en la estación Rancho Roncesvalles, Arteaga localizada en 25º 23´44.1´´ Lat. Norte, 100º 36´21.3´´ Long. Oeste y altitud de 2,421 msnm, y la eficiencia de aplicación se determina realizando la evaluación con 10 recipientes con capacidad de un litro, una probeta graduada de 100 mL, un cronómetro y un manómetro de reloj con glicerina y adaptador para medir la presión en la línea de riego (LR), un formato para registro de datos y un croquis del sistema de riego.

La evaluación se realizó en cuatro LR de cada unidad de riego (UR), en el 1er, 2do, 3er y 4° cuarto de la UR, en cada línea se realizan 4 mediciones volumétricas en los goteros de igual manera en 4 cuartos equidistantes, para tener 16 determinaciones.

Una vez determinado dónde se colocarán los recipientes a lo largo de la LR, se mide la presión con el manómetro al inicio de la UR y al final de la línea evaluada; la variación de la presión debe ser igual o menor al 20% de la presión de operación del gotero; esto es, si la presión promedio es 1 kg $cm^{-2,}$ su variación debe ser hasta 1.1 kg cm^{-2} como límite superior y 0.9 kg cm^{-2} como límite inferior; de lo contrario, podría haber fugas o taponamientos a lo largo de la LR, por lo que se deberá corregir.

En la evaluación del sistema de riego se requiere de personal suficiente para mayor rapidez (4 personas), que se colocan junto a cada recipiente, donde la persona con el cronómetro dará la señal para colocar el recipiente debajo del gotero y capturar el volumen de agua durante 6 minutos.

El cálculo de la eficiencia de aplicación (CU) del riego se obtiene con la siguiente fórmula:

$$C.U. = \left(1 - \frac{S}{\bar{x}}\right) x \quad 100 \qquad \text{.....1}$$

Donde:

$\bar{x} =$ promedio de las observaciones.

s = desviación estándar.

La programación del riego se realiza con la siguiente ecuación:

$$Q = \left(\frac{Etr\ x\ Area\ de\ Riego}{Tiempo\ de\ riego}\right)/CU \text{ .....2}$$

Que para fines tecnológicos se utiliza el tiempo de riego como variable dependiente, porque es más fácil decir cuantas horas de riego que lamina de riego. El inicio del ciclo anual de cultivo en manzano es con la presencia de la punta plateada, antes de la brotación, con lo que se inicia la fertirrigación y el primer riego.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se muestra el intervalo de riego de 18 días después de dar el riego de asiento y como en riego por goteo es reponer el agua que se consumió. El consumo de agua en 18 días fue de 0.043 m. La eficiencia de aplicación se presenta como una plantilla de cómo organizar los datos en la LR con goteros de 4 litros por hora (LPH) a una presión de 1 kg cm^{-2} (14.22 PSI), el gastos del sistema (Q) es una bomba de 3 pulgadas con 32.4 m^3 hr^{-1}, con esto se realizó la

Cuadro 1. Consumo de agua en manzano con riego por goteo en Arteaga, Coahuila

Días de la semana	Fecha	Días Julianos	Etr (mm)	Coeficiente de desarrollo	Consumo de Agua (mm)	Lamina de Riego (m)
Jueves	15/02/2018	46	3.6	0.53	1.90	0.0019027
viernes	16/02/2018	47	3.6	0.54	1.93	0.00193496
Sábado	17/02/2018	48	3.3	0.55	1.80	0.00180309
Domingo	18/02/2018	49	4.4	0.56	2.44	0.00244303
Lunes	19/02/2018	50	4	0.56	2.26	0.00225606
Martes	20/02/2018	51	3.2	0.57	1.83	0.00183275

Miércoles	21/02/2018	52	4.4	0.58	2.56	0.00255815
Jueves	22/02/2018	53	3.6	0.59	2.12	0.002124
Viernes	23/02/2018	54	4.5	0.60	2.69	0.00269343
Sábado	24/02/2018	55	1.9	0.61	1.15	0.00115334
Domingo	25/02/2018	56	4.5	0.62	2.77	0.00276949
Lunes	26/02/2018	57	4.4	0.62	2.74	0.00274474
Martes	27/02/2018	58	4.5	0.63	2.84	0.00284448
Miércoles	28/02/2018	59	3.5	0.64	2.24	0.00224122
Jueves	01/03/2018	60	3.9	0.65	2.53	0.00252926
Viernes	02/03/2018	61	4.1	0.66	2.69	0.00269227
Sábado	03/03/2018	62	4.3	0.66	2.86	0.00285826
Domingo	04/03/2018	63	5.3	0.67	3.57	0.00356538

evaluación y se presenta en el Cuadro 2. (Covarrubias *et al,* 2006). El promedio (x) de volumen capturado fue 4.549 LPH y Desviación estándar (*s*) fue 0.159, realizando el cálculo la eficiencia de aplicación fue 96.5%

Cuadro 2. Contenidos volumétricos para determinar la eficiencia de aplicación.

POSICION DEL EMISOR EN LA LINEA DE RIEGO	**POSICION LATERAL EN LA SECCION DE RIEGO**			
	1a INICIO	2a 1/3	3a 2/3	4a FINAL
1a AL INICIO	430	445	460	468
2a A 1/3	430	450	465	470
3a A 2/3	430	450	465	475
4a AL ULTIMO	440	460	465	475

La eficiencia de aplicación cuando tenga valores menores a 90 %, es necesario revisar las fallas del sistema y una vez corregidos, realizar nuevamente la evaluación, las fallas pueden ser:

- Taponamiento de los goteros, por estar sucio el sistema de filtrado y tener una baja presión.
- Un problema de diseño del sistema de riego por cambios bruscos de pendiente en la LR.
- Antigüedad de los filtros, tubos, válvulas y accesorios que provoca fugas.

Con la información de consumo de agua y eficiencia de aplicación se determina el tiempo de riego despejando la ecuación 2 como

$$Tiempo\ de\ riego = (\frac{Etr\ x\ Area\ de\ Riego}{Q})/CU \ldots\ldots\ldots 3$$

Para manzano se considera el área de riego por árbol y el número de árboles por sección, que fue 8.4 m^2 por árbol con 333 árboles por sección de riego, que representa el área de riego, y sustituyendo valores, el tiempo de riego será 3.85 horas.

En manzano los riegos y la nutrición se manejan como fertirrigación o biofertirrigación, esta tiene que realizarse cada semana y así los cálculos se realizan cada semana y se determina el tiempo de riego semanal (Covarrubias y González, 2001).

La eficiencia de aplicación en la UR se presenta en la Figura 1, donde la líneas cafés indican la LR de 4.3 cm aplicada y las líneas rojas indican el exceso de agua aplicado para completar la LR en toda la UR., como la eficiencia de aplicación fue 96.5%, solo se tuvo un exceso de 3.5%, por lo cual, el área de las líneas rojas en mínima.

El riego por goteo es el más eficiente sistema de riego, está demostrado que supera a la aspersión con 160 mm menos, en las mismas condiciones (Qin Fang et al., 2017).

Los distritos de riego de México operan con una eficiencia del 40% porque la mayor parte es riego de superficie y la distribución del agua es en tandeos, las unidades de riego operan a una eficiencia del 70%, por tener sistemas de riego presurizados, que incluyen aspersión, microaspersion y goteo, porque también la distribución del agua influye en el consumo y eficiencia de aplicación del agua de riego (INIFAP, 2018).

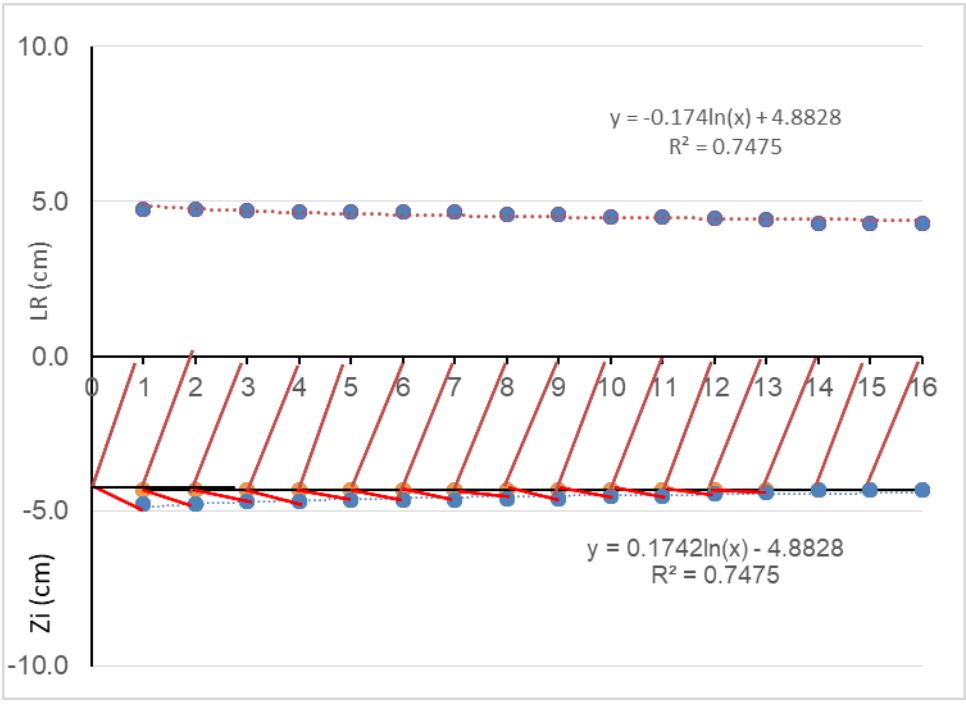


Figura 1. Eficiencia de aplicación del agua en el riego por goteo en manzano

CONCLUSIONES

El riego por goteo, es la alternativa más eficiente en aplicar el agua, la evaluación debe realizarse cada inicio de ciclo agrícola en el sistema de riego, la eficiencia de aplicación es el indicador de la eficiencia de la aplicación de los agroquímicos a cultivo. Una desventaja que tiene por ser riego de precisión es que superficies de más de 10 hectáreas, se dificulta el manejo para la cantidad de unidades de riego que se tiene que manejar.

REFERENCIAS

Allen, R.G.; Pereira, L. S.; Raes, D. and M. Smith. 2010. Crop Evapotranspiration. FAO irrigation and drainage Paper No. 56. Rome, Italy. 300 p.

Covarrubias-Ramírez, J. M. y V. González R. 2001. Fertirrigación del manzano en huertas de alta densidad en la Sierra de Arteaga, Coahuila. In: Memorias del IX Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Oaxtepec, Mor. Horticultura Mexicana 8(3):379.

Covarrubias-Ramírez, J. M**.,** F. J. Contreras de la R. y I. Sánchez C. 2006. Como evaluar un sistema de riego por goteo en huertas de manzano. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Saltillo. Saltillo, Coah., México. 2 p. (Desplegable Técnica Núm. 3).

Covarrubias Ramírez, Juan Manuel; Briones Sánchez, Gregorio; Parga Torres, Víctor Manuel y Sánchez Chaparro, Juan David. 2013. Eficiencia en el uso del agua, el estado del arte en el conocimiento. In: López Santos, Armando; González Güereca, Martha Celina y Silva Vázquez, Ramón. (eds). Memoria I Congreso Internacional, IX Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas y VI Reunión Nacional de Orégano y otras Aromáticas. Bermejillo, Durango, México. 9:222-233. ISBN: 978-607-12-0313-7.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2018. Programa de desarrollo del INIFAP 2018 – 2030. Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina. Delegación Coyoacán, C.P. 04010, Ciudad de México, MEX. 237 p.

Qin Fang, Xiying Zhang, Liwei Shao, Suying Chen, Hongyong Sun. 2017. Assessing the performance of different irrigation systems on Winter wheat under limited water supply. Agricultural Water Management. 196: 133-143.

CONSUMO DE AGUA Y SU EFICIENCIA DE APLICACIÓN EN RIEGO POR PIVOTE CENTRAL EN PAPA

WATER INTAKE AND ITS APPLICATION EFFICIENCY IN IRRIGATION BY CENTRAL PIVOT IN PAPA

Juan M. Covarrubias Ramírez[1]*, Juan G. Martínez Rodriguez[1], Gregorio Briones Sánchez[2] y Alejandro Zermeño González[2]

[1]Campo Experimental Saltillo, Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuario (INIFAP), [2]Depto. Riego y Drenaje, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). *covarrubias.juan@inifap.gob.mx

RESUMEN

El consumo de agua y la eficiencia de aplicación, son básicas para la eficiencia en el uso del agua en el cultivo. En un pivote central de 180 ha, se realizó la evaluación del consumo y aplicación en el cultivo de papa. El consumo de agua en 8 días fue de 0.016 m. La velocidad de la última torre en el pivote fue 0.027 m/seg, 1.62 m/min, que corresponde al 50% de la velocidad. La eficiencia de aplicación fue 0.8738 y en porcentaje es 87%. El riego por pivote central es el más utilizado por los productores y las determinaciones de consumo y aplicación nos permite incrementar la eficiencia en el uso del agua.

ABSTRACT

Water consumption and application efficiency are basic for the efficiency in wáter use in the crop. In a 180 ha central pivot, the evaluation of consumption and application in potato cultivation was execute. The water consumption in 8 days was 0.016 m. The speed of the last tower in the pivot was 0.027 m / sec, 1.62 m / min, which corresponds to 50% of the pivot speed. The application efficiency was 0.8738 and in percentage it is 87%. Central pivot irrigation is the most used by growers and consumption and application determinations allow increasing efficiency in the use of water.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua para la región de la Sierra de Arteaga en Coahuila, cada vez es menor; en su totalidad es agua subterránea y solo se tienen abrevaderos con agua en la época de lluvia, aunque con el tiempo éstos han disminuido. Las áreas agrícolas, cuentan con sistemas de riego eficientes, pero en la actualidad, se tiene que bombear más profundo, con un abatimiento promedio de los mantos acuíferos de 5 m/año, lo que ocasiona que los productores tengan que emigrar provocando el deterioro del recurso agua y un trastorno para

la economía de la región por la falta de empleo, tanto para el hombre como para la mujer que participan en la producción de papa. La lámina de riego en el cultivo de la papa varía de 1700 a 2000 mm/ciclo (Covarrubias *et al*., 1995).

El cultivo de papa se riega con sistemas presurizados, con el programa de fertirrigación el Gobierno Federal trata de cooperar en la actualización de los sistemas de riego existentes en la región, que se caracteriza por contar con sistemas de riego de pivote central, side roll, y el lateral semiportatil como complemento en superficies irregulares (Covarrubias y Contreras, 1996), además de goteo en superficies de menos de cinco hectáreas, siendo el pivote el de mayor uso por el bajo consumo de energía porque utiliza una presión similar a la de un sistema de microaspersión (40 PSI). Con las condiciones actuales de manejo de agua en la región se crea la necesidad de contar con estudios precisos sobre la eficiencia de aplicación del pivote central y el consumo de agua en el cultivo de papa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció en un pivote central con las siguientes características: Gasto (Q) de 32 Lps, presión de 66 PSI, velocidad de operación del 50%, con siete torres y un radio del pivote de 240 m, para cubrir 180 ha. La localización del pivote fue en Puerto México, Galeana, Nuevo León, la variedad de papa fue Fiana de ciclo intermedio (110 a 120 DDS). Se establecieron 41 recipientes de 19 L, en el radio del pivote a razón de 6 por torre (Figura 1). Se determinó el desplazamiento de la última torre del pivote en 10 m, y durante ese trayecto se colectó (C_i), el volumen de riego (V_i). (Figura 2).

La eficiencia de aplicación (CU) se determina el siguiente modelo:

$$CU = (1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} Ci\ x\ (Vi - Vp)ABS}{\sum_{i=1}^{n} Ci\ x\ Vi}) \text{ …….. (1)}$$

Donde *Vp* es el volumen promedio de riego en el pivote, el resto de variables ya se definió.

Figura 1. Colocación de colectores (C_i), a lo largo del pivote.

Figura 2. Determinación del Volumen de riego (V_i).

La estimación del consumo de agua se realizó mediante la evapotranspiración de referencia (Etr), (Allen *et a*l., 2010), determinada por la Red Nacional de Estaciones Agroclimáticas del INIFAP, con la estación Rancho Guadalupe, Arteaga, localizada en 25º 12´13.9´´ Lat Norte, 100º 46´13.1´´Long. Oeste y 2,013 msnm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se muestra el intervalo de riego de 8 días después de siembra y como en riego por pivote es reponer el agua que se consumió. El consumo de agua en 8 días fue de 0.016 m. La velocidad de la última torre en el pivote fue 0.027 m/seg, 1.62 m/min, que corresponde al 50% de la velocidad.

La eficiencia de aplicación se presenta como una plantilla de cómo organizar los datos en el Cuadro 2, donde el volumen promedio capturado fue 62.4 mL, la sumatoria de los colectores (C_i) fue 861, la sumatoria de C_i x V_i fue 53,458, la sumatoria de (V_i-V_p)ABS fue 336.91 y la sumatoria de C_i x (V_i-V_p)ABS fue 6,744.91. Sustituyendo en (1), la eficiencia de aplicación será 0.8738 y en porcentaje es 87%.

Cuando el sistema tiene menos de 85 % de la eficiencia de aplicación y la presión de operación del sistema de riego es correcta, se puede mejorar revisando los rociadores para localizar las boquillas tapadas, desgastadas o incorrectas en tamaño (Covarrubias *et al.,* 2009). Si el área del colector fue de 91.6 cm^2, dividiendo V_i entre el área, tenemos la lámina de riego aplicada por cada emisor (LR) y con promedio 0.681 cm o sea 0.007 m, la mitad de la lámina de consumo.

Cuadro 1. Consumo de agua en papa con riego por pivote central en Galeana, Nuevo León.

Días de la semana	Fecha	Etr (mm)	Coeficiente de desarrollo	Consumo de Agua (mm)	Lamina de Riego (m)
Viernes	12/05/2017	3.9	0.38	1.48	0.0015
Sábado	13/05/2017	4.5	0.38	1.70	0.0017
Domingo	14/05/2017	5.3	0.38	1.99	0.0020
Lunes	15/05/2017	6.0	0.38	2.25	0.0023
Martes	16/05/2017	6.4	0.37	2.40	0.0024
Miércoles	17/05/2017	6.9	0.37	2.58	0.0026
Jueves	18/05/2017	5.3	0.37	1.98	0.0020
Viernes	19/05/2017	3.1	0.37	1.16	0.0012

La lámina de riego no es uniforme en el sistema de pivote central, la distribución estándar fue 0.111 cm, esto se debe a la velocidad del viento y dependiendo del tamaño de la gota a la perdidas por evaporación directa, situaciones de son de campo y son factores no controlables (Sarwar *et al*., 2019).

La eficacia en el muestreo de la eficiencia de aplicación es parte de un indicador del desempeño y funcionamiento del sistema de riego, la calidad en la toma de datos permite tener un mejor diagnóstico de la lámina der riego aplicada y por consecuencia una mayor eficiencia en el uso del agua (Zema *et al.,* 2018).

Muchas evaluaciones en sistemas de pivote central se realizan sin el cultivo, porque las torres con la ruedas en el trayecto de la circunferencia de riego van compactando el suelo y no permiten desarrollo del cultivo y el personal que realiza las evaluaciones no es personal técnico calificado y en la evaluación puede dañar al cultivo (Fernandes *et al*., 2020).

Cuadro 2. Estimación de la eficiencia de aplicación en pivote central en papa.

	Colector (C_i)	Volumen (V_i en mL)	C_i x V_i	ABS(V_i - V_p)	C_i x (V_i-V_p)ABS	Lamina de Riego (cm)
	1	80	80	17.91	17.91	0.873
	2	76	152	13.91	27.82	0.830
	3	80	240	17.91	53.74	0.873
	4	64	256	1.91	7.65	0.699
	5	70	350	7.91	39.56	0.764
	6	60	360	2.09	12.53	0.655
	7	63	441	0.91	6.38	0.688
	8	61	488	1.09	8.71	0.666
	9	69	621	6.91	62.21	0.753
	10	49	490	13.09	130.88	0.535
	11	69	759	6.91	76.03	0.753
	12	48	576	14.09	169.06	0.524
	13	69	897	6.91	89.85	0.753
	14	49	686	13.09	183.24	0.535
	15	47	705	15.09	226.32	0.513
	16	52	832	10.09	161.41	0.568
	17	64	1088	1.91	32.50	0.699
	18	64	1152	1.91	34.41	0.699
	19	54	1026	8.09	153.68	0.589
	20	45	900	17.09	341.77	0.491
	21	48	1008	14.09	295.85	0.524
	22	60	1320	2.09	45.94	0.655
	23	61	1403	1.09	25.03	0.666
	24	46	1104	16.09	386.12	0.502
	25	62	1550	0.09	2.21	0.677
	26	69	1794	6.91	179.70	0.753
	27	56	1512	6.09	164.38	0.611
	28	72	2016	9.91	277.53	0.786
	29	64	1856	1.91	55.44	0.699
	30	61	1830	1.09	32.65	0.666
	31	73	2263	10.91	338.26	0.797
	32	76	2432	13.91	445.18	0.830
	33	78	2574	15.91	525.09	0.851
	34	78	2652	15.91	541.00	0.851
	35	66	2310	3.91	136.91	0.720
	36	64	2304	1.91	68.82	0.699
	37	50	1850	12.09	447.27	0.546
	38	50	1900	12.09	459.35	0.546
	39	60	2340	2.09	81.44	0.655
	40	71	2840	8.91	356.47	0.775
	41	61	2501	1.09	44.62	0.666
Promedio		62.4				0.681
Sumatoria	861		53458	336.91	6744.91	

Los factores en la evaluación de un pivote central como la función de distribución que generalmente es log-nomal para la forma gráfica, el coeficiente de variación de la lámina de

riego que en este estudio fue de 16%, y la lámina de riego aplicada que fue de 0.007 m y la necesaria fue de 0.016 m con un déficit de 0,009 cm, y con una infiltración básica de 0.023 m/hr, lo que indica que si hubiéramos aplicado toda la lámina de riego en menos de una hora ya estaría en la zona de raíces, la carga total del sistema fue de 66 PSI, que para un pivote central de 180 hectáreas es adecuada, para mover siete torres con tubería de seis pulgadas, es necesaria ésta energía, por lo cual , el análisis de la eficiencia de aplicación en pivote central no es fácil y se requiere personal técnico especializado (Faria et al., 2019).

Los distritos de riego de México poco utilizan pivotes centrales, su uso es para las unidades de riego, estas operan a una eficiencia mayor del 70%, por tener sistemas de riego presurizados, que incluyen aspersión lateral fija, lateral móvil, avance frontal, pivote central, micro aspersión y goteo y la mayoría utiliza agua de acuíferos subterráneos, por lo que los cultivos que producen son altamente rentables, como es el caso de la papa (INIFAP, 2018).

CONCLUSIONES

El riego por pivote central puede regar superficies desde 40 a 180 hectáreas, por eso es el más popular entre los productores, y con los avances tecnológicos es la alternativa más eficiente en aplicar el agua en cultivos extensivos, la evaluación debe realizarse cada inicio de ciclo agrícola en el sistema de riego, la eficiencia de aplicación es el indicador de la eficiencia de la aplicación de los agroquímicos a cultivo. Una desventaja que tiene por ser riego de cultivos extensivos, es que su adquisición es costosa y su manejo requiere personal técnico especializado.

REFERENCIAS

Allen, R.G.; Pereira, L. S.; Raes, D. and M. Smith. 2010. Crop Evapotranspiration. FAO irrigation and drainage Paper No. 56. Rome, Italy. 300 p.

Covarrubias-Ramírez, J. M., F. J. Contreras de la R. y S. J. García Garza. 1995. Efecto de niveles de humedad del suelo y desarrollo del tubérculo en tres variedades de papa. In: Memorias del VI Congreso Nacional de Papa. Saltillo, Coah. p 115.

Covarrubias-Ramírez, J. M. y F. J. Contreras de la R. 1996. Efecto de los niveles de humedad en el suelo sobre el rendimiento y calidad del clon de papa CEW. In: Memorias de la IV Reunión científica y tecnológica forestal, agrícola y pecuaria en Coahuila. Saltillo, Coah. p 11.

Covarrubias-Ramírez, J. M., G. Briones S., L. Rojas P. y J. J. Cortes B. 2009. Programa de riego en tiempo real para el cultivo de la papa. In: Chávez-Galindo, A. M. y Oswald Spring, U. Memoria de la 1a Reunión de la Red Temática del Agua –CONACYT, Cocoyoc, Mor. CD-ROM.

Faria L. C.; B. Gomes Nörenberg; A. Colombo; M. D. Dukes; Luis C. Timm; S. Beskow and T. L.

Caldeira. 2019. Irrigation distribution uniformity analysis on a lateral-move irrigation system. https://doi.org/10.1007/s00271-019-00619-5

Fernandes, K. M., Roberto A. Tenenbaum, Edwin B. M. Meza, João Batista L. da Silva and Diego N. Brandão. 2020. Use of the Luus–Jaakola optimization method to minimize water and energy consumption in scheduling irrigation with center pivot systems. . Irrigation Science. https://doi.org/10.1007/s00271-020-00663-6

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2018. Programa de desarrollo del INIFAP 2018 – 2030. Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina. Delegación Coyoacán, C.P. 04010, Ciudad de México, MEX. 237 p.

Sarwar, Abid, R. Troy Peters and A. Zakaria Mohamed. 2019. Linear mixed modeling and artificial neural network techniques for predicting wind drift and evaporation losses under moving sprinkler irrigation systems. Irrigation Science. https://doi.org/10.1007/s00271-019-00659-x.

Zema, Demetrio A.; A. Nicotra and S. Zimbone. 2018. Improving management scenarios of water delivery service in collective irrigation systems: a case study in Southern Ital. Irrigation Science. https://doi.org/10.1007/s00271-018-0604-x.

CRUZAS EXPERIMENTALES DE LÍNEAS HAPLOIDE DUPLICADOS DE MAÍZ BLANCO CON ALTO ACEITE EN EL NORTE DE SINALOA

EXPERIMENTAL HAPLOID LINES DUPLICATED CROSSES OF HIGH OIL WHITE CORN IN NORTHERN SINALOA

Peinado-Fuentes, Luis Alberto[1]*; Preciado-Ortiz, Ricardo Ernesto[2]; Cubedo Ruíz, Edgar Adalberto[3]; Llaven-Valencia, Genny[1]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), [1] C. E. Valle del Fuerte (CEVAF), [2] C. E. del Bajío (CEBAJ), [3] C. E. Norman E. Borlaug (CENEB). *peinado.luis@inifap.gob.mx

RESUMEN

El mejoramiento genético de maíz se fundamenta en la explotación de la heterósis o vigor híbrido, fenómeno que ocurre principalmente cuando se cruzan dos líneas totalmente homocigóticas. La tecnología haploide duplicados (HD) en el mejoramiento de maíz se basa en la inducción de haploidía in vivo y su mutagénesis para aumentar la eficiencia del mejoramiento. El grano del maíz constituye un depósito de energía vital renovable, al que día con día se le incrementa la extraordinaria diversidad de usos en la alimentación humana y animal, siendo un mercado viable para los productores de maíz. En el presente trabajo se muestran las evaluaciones de cruzas experimentales de líneas de maíz obtenidas mediante la tecnología de HD con alto contenido de aceite de maíz blanco en el Campo Experimental Valle del Fuerte durante el ciclo otoño – invierno 2019/2020, las cruzas experimentales se manejaron mediante la guía técnica de maíz del INIFAP. El análisis estadístico se realizó con el software InfoStat V3.0. Las cruzas experimentales más destacadas fueron los que tuvieron un rendimiento per-se desde 12,739.12 kg ha^{-1} a 14,509.85 kg ha^{-1} para maíz blanco.

ABSTRACT

The maize breeding based on the exploitation of heterosis or hybrid vigor, a phenomenon that occurs primarily when two fully homozygous lines intersect. The double haploid (DH) technology in maize breeding is based on in vivo induction of haploid and it mutagenesis to increase the efficiency improvement. Corn grain is a vital reservoir of renewable energy, which every day will increase the extraordinary diversity of uses in human and animal food products remain a viable producer of corn market. In this paper the evaluations of experimental crosses of maize lines obtained by the technology of HD high oil white and yellow corn in “Campo Experimental Valle del Fuerte” of INIFAP during the agronomical cycle autumn – winter 2019/2020, where experimental crosses were handled the technical guide agronomical based.

It was observed by statistical analysis with software InfoStat v3.0 the most outstanding experimental crosses were those that had a per-se performance at certain intervals ranging from 12,739.12 kg ha^{-1} a 14,509.85 kg ha^{-1} for white maize.

INTRODUCCION

El mejoramiento genético de maíz se fundamenta en la explotación de la heterósis o vigor híbrido, fenómeno que ocurre principalmente cuando se cruzan dos líneas totalmente homocigóticas y el híbrido resultante presenta un valor agronómico mayor que lo esperado, si se considera solo la media aritmética de las líneas parentales (Gao *et al.*¸2008; Falconer, 1986). Las líneas totalmente homocigóticas mediante la tecnología “doble haploides” (HD) es un genotipo que se forma cuando las células (n) de un haploide experimentan un proceso, espontaneo o inducido artificialmente de duplicación cromosómica (2n). La tecnología DH en el mejoramiento de maíz, está basada en la inducción de haploidía in vivo, es reconocida a nivel mundial como un importante medio para aumentar la eficiencia del mejoramiento (Figura 1). Esta tecnología fue adoptada en Europa, Norteamérica y más recientemente en China (Falconer, 1986; Bordes *et al.*, 2007) Por lo tanto, al tener líneas HD con alto contenido de aceite es posible la producción de híbridos con alto contenido de aceite. Se consideran híbridos de maíz con alto contenido de aceite, aquellos en los que la cantidad de aceite fluctúa entre 7% y 8%, mientras que el maíz común contiene en promedio 4.0% a 4.5%. En los híbridos de maíz común, el contenido de aceite en el germen es de 30%, mientras que en los de alto contenido de aceite es del 50% (Prasanna *et al.*, 2013; Guillen *et al.*, 2009).

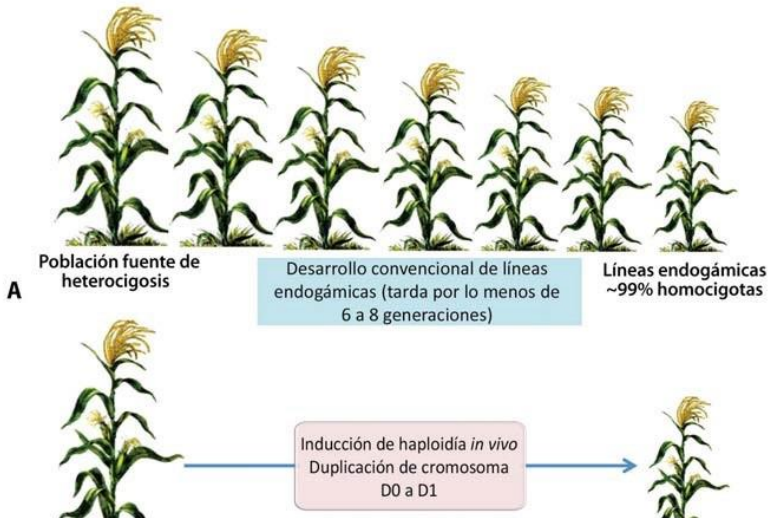


Figura 1.- Número de generaciones requeridas para obtener pureza genética (homocigosis) por medio de (A) endogamia convencional; (B) tecnología doble haploides.

A partir de 1908, se valora al maíz oleoso como alimento humano y para uso pecuario, convirtiéndose el germen en uno de los subproductos del proceso de industrialización que proporciona valor agregado en la actualidad por su contenido de aceite con elevada demanda en la elaboración de margarina, aceites para aderezo, para cocinar y para una gran

diversidad de productos alimenticios. En ganado lechero, el alimento con grano de maíz con mayor contenido de aceite contribuye al incremento diario de 1.25 kg de leche, comparado con el forraje convencional (Poneleit *et al.*, 1970). En la alimentación de aves, el maíz con alto contenido de aceite puede desplazar varias o todas las fuentes energéticas, como son las grasas comerciales y el maíz convencional; a las fuentes de proteína y aminoácidos como la harina de soya entre otras, disminuyendo los costos del alimento y los costos totales de producción, permitiendo la elaboración de dietas con mayor densidad nutrimental y más eficiencia productiva (Andrae *et al.*, 2000; De la Rosa *et al.*, 2006). El grano del maíz constituye un depósito de energía vital renovable, al que día con día se le incrementa la extraordinaria diversidad de usos en la alimentación humana y animal, y en numerosos productos de las industrias de la masa y la tortilla, de la harina nixtamalizada, farmacéutica, cosmética, de plásticos biodegradables, entre otros, siendo un mercado viable para los productores del noroeste de México (Andrae *et al.*, 2000). Por todo lo anterior, en el presente trabajo se muestran las evaluaciones de rendimiento de grano de 69 cruzas experimentales de maíz blanco y 4 testigos comerciales, con 4 repeticiones, de líneas HD con alto aceite, en el Campo Experimental Valle del Fuerte del INIFAP durante el ciclo otoño – invierno 2019 – 2020.

MATERIALES Y METODOS

Obtención de nuevas líneas doble haploides (HD): Las líneas HD de maíz blanco utilizadas en este trabajo se obtuvieron durante el ciclo 2012 – 2013, en coordinación con el CIMMYT, la metodología para la obtención de líneas haploide duplicado está basada en lo publicado por Prasanna y cols. (2013), la cual, consiste dos etapas en general, la inducción de haploidía, se requiere una línea o población donadora de genes que se cruza mediante un inductor de haploidía lo que produce granos en una mazorca con segregación de granos diploides (2n) y una cierta fracción de granos haploides (n). Al seleccionar los granos haploides por reconocimiento visual, se debe realizar una duplicación cromosómica. La segunda etapa es la duplicación cromosómica: al utilizar la colchicina como agente duplicador de cromosomas (o inhibidor mitótico) en la producción de HD, ya que la duplicación espontanea de cromosomas ocurre a una tasa muy baja.

Evaluación de cruzas experimentales: Las cruzas experimentales formadas durante el ciclo de verano de 2019 en el Campo Experimental del Bajío (CEBAJ) se evaluaron en el Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF), utilizando lotes de 2 surcos de 5 metros de longitud con espacio de 0.8 m con una densidad de 7 – 8 plantas por metro, previa preparación de terreno como rastreo, barbecho y fertilización del suelo NPK (126-52-00) y marca siembra,

herbicida pre-emergente, monitoreo y control de plagas y enfermedades y fertilización complementaria y riegos de auxilio, toma de datos y cosecha, los datos a registrar fueron, registro de días a floración femenina y días a floración masculina, reacción a plagas y enfermedades, rendimiento de grano, altura de planta, registro de acame, plantas cosechadas, cantidad de mazorcas cosechadas y mal cubiertas, determinación del porcentaje de humedad, registro del color, textura del grano y rendimiento de grano al 14% de humedad.

Diseño experimental y análisis estadístico: Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con dos repeticiones y se realizó un análisis de varianza de bloques por repetición bajo el análisis estadístico de ANOVA y prueba de LSD de Fisher ($p > 0.05$) en el software InfoStatv3.0.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza de las cruzas experimentales de líneas doble haploide de maíz blanco, se presenta en el Cuadro 1 con diferencias altamente significativas para la fuente de variación (CRUZAS). Las diferencias se atribuyen en el rendimiento de grano, de las cruzas experimentales de maíz blanco (REND-W) evaluadas.

Cuadro 1. Significancia de cuadrado medio para rendimiento de grano de cruzas experimentales de líneas doble haploide de maíz amarillo.

FV	GL	REND-W (kg/ha)	F	p-valor
Modelo	75	13383832.29	5.11	<0.0001
Cruza	72	13839330.56	5.28	<0.0001
Rep	3	2451873.88	0.94	0.4242
EE	216	2620103.38		
CV		14.23		
TOTAL	291			

**Significativo al 0.05

Las cruzas experimentales HD de maíz blanco con mayor rendimiento respecto a los mejores testigos comerciales para el norte de Sinaloa se presentan en el Cuadro 2, de significancia del rendimiento de grano mediante la prueba de LSD de Fisher ($p > 0.05$) junto con su genealogía. Estos rendimientos son superiores considerando que son cruzas experimentales, pero con un rango de adaptación amplio para el norte de Sinaloa.

La respuesta de una combinación híbrida (cruzamiento) es consecuencia de la heterosis y ésta depende de la diferencia en frecuencia génica y de la dominancia entre alelos de los padres incluidos en el cruzamiento potencializando el vigor híbrido (Falconer, 1986). Para

explicar los resultados obtenidos, se debe tener en cuenta la constitución genética de cada uno de las cruzas experimentales que se evaluaron en este estudio.

Según el análisis estadístico de diferencia mínima significativa (LSD) las cruzas experimentales SPBB330 X PBN10 (14,509.85 kg ha^{-1}) y RIN18♀ X SPBN542 (13, 789.08 kg ha^{-1}) de maíz blanco, fueron superados por el testigo comercial Armadillo (17, 075.11 kg ha^{-1}), sin embargo, no hubo diferencia significativa respecto a tres testigos comerciales, Garañón (15,467.46 kgha^{-1}), RIN_18 (14,986.93 kg ha^{-1}) y Pionner (14,707.67 kg ha^{-1}).

Cuadro 2. Significancia del rendimiento de grano de maíz blanco de cruzas experimentales HD más sobresalientes

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2255.96512
Error: 2620103.3777 gl: 216

CRUZA	Medias	n	E.E.										
ARMADILLO	17,075.11	4	809.34	A									
GARAÑON	15,467.46	4	809.34	A	B								
RIN_18	14,986.93	4	809.34	A	B	C							
PIONNER	14,707.67	4	809.34		B	C	D						
SPBB330 X PBN10	14,509.85	4	809.34		B	C	D	E					
RIN18♀ X SPBN542	13,789.08	4	809.34		B	C	D	E	F				
LINEA 2♂ X SPBN613	13,175.81	4	809.34			C	D	E	F	G			
SPBB284 X SPBN679	13,062.34	4	809.34			C	D	E	F	G			
SPBB330 X SPBN437	12,974.3	4	809.34			C	D	E	F	G	H		
SPBB330 X SPBN507	12,870.16	4	809.34			C	D	E	F	G	H	I	
RIN18♀ X SPBN647	12,862.59	4	809.34			C	D	E	F	G	H	I	
SPBB330 X SPBN440	12,858.92	4	809.34			C	D	E	F	G	H	I	
SPBB330 X PBN119	12,854.13	4	809.34			C	D	E	F	G	H	I	
SPBB330 X SPBN391	12,786.06	4	809.34			C	D	E	F	G	H	I	J
LINEA 2♂ X SPBN630	12,739.12	4	809.34			C	D	E	F	G	H	I	J K
LINEA 2♂XSPBB268	12,556.62	4	809.34				D	E	F	G	H	I	J K L
SPBB336XSPBN443	12,540.37	4	809.34				D	E	F	G	H	I	J K L
RIN18♀XSPBB356	12,528.83	4	809.34				D	E	F	G	H	I	J K L
RIN18♀XSPBN439	12,494.73	4	809.34				D	E	F	G	H	I	J K L
SPBB330XSPBN556	12,472.42	4	809.34				D	E	F	G	H	I	J K L
SPBB336XSPBN432	12,391.44	4	809.34					E	F	G	H	I	J K L

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Al igual, las cruzas experimentales de maíz blanco por debajo del testigo Pionner, con rendimientos de 12,739.12 kg ha^{-1} a 14,509.85 kg ha^{-1}, no tuvieron diferencia significativa entre ellas, mostraron el mayor rendimiento respecto a los testigos comerciales evaluados.

CONCLUSIONES

En el norte de Sinaloa las cruzas que mostraron un rendimiento sobresaliente según el análisis estadístico fueron 11 cruzas de maíz blanco con un rendimiento promedio de 12,739.12 kg ha^{-1} a 14,509.85 kg ha^{-1} sin diferencia significativa con respecto a 2 testigos comerciales. Los materiales evaluados de maíz blanco mostraron un buen comportamiento en la región del norte de Sinaloa, siendo un clima subtropical, de acuerdo al rendimiento de grano y otras características agronómicas, lo que indica que el potencial de rendimiento de grano de las cruzas experimentales es altamente competitivo con respecto a los testigos comerciales de mayor demanda. La ventaja del uso de cruzas HD es el menor tiempo utilizado en la generación de líneas puras para los programas de mejoramiento.

REFERENCIAS

Andrae, G., Hunt, W., Duckett, K., Kennington, R., Feng, P., Owens, N., Soderlund, S. (2000). "Effect of high-oil corn on growth performance, diet digestibility, and energy content of finishing diets fed to beef cattle", Journal of animal science, 78(9):2257-2262.

Bordes J., Charmet, R., Dumas de Vaulx, M., Pollacsek, M., Beckert, A., Gallais A. (2007). "Doubled haploid versus single-seed descent and S1-family variation for testcross performance in a maize population", Euphytica, 154: 41-51.

De la Rosa, A., De León, H., Rincón F., Martínez, G. (2006). "Efectos genéticos, heterósis y diversidad genética entre híbridos comerciales de maíz adaptados al bajío mexicano", Rev. Fitot. Mex., 29(3): 247-254.

Falconer, D. S. (1986). Introducción a la genética cuantitativa (8 ed). México, D.F.: Ed. CECSA, 430.

Gao, S., Martinez, C., Skinner, D. J., Krivanek, A. F., Crouch, J. H., Xu, Y. (2008). "Development of a seed DNA-based genotyping system for marker-assisted selection in maize", Molecular Breeding, 22(3): 477-494.

Guillen, P., De la Cruz, E., Castañón, G., Osorio, R., Brito, P., Lozano, A., López, U. (2009). "Aptitud combinatoria general y específica de germoplasma tropical de maíz", Tropical and Subtropical Agroecosystems, 10(1): 101-107.

Poneleit, G., Bauman, L. (1970). "Diallel analysis of fatty acids in corn oil", Crop Sci., 10: 338-341.

Prasanna, B. M., Chaikam, V., & Mahuku, G. (2013). Tecnologia de dobles haploides en el mejoramiento de maiz: teoria y práctica. CIMMYT.

CULIACÁN-09, NUEVA LINEA DE SORGO SOBRESALIENTE PARA EL ESTADO DE SINALOA

CULIACAN-09, OUTSTANDING NEW SORGHUM LINE FOR THE STATE OF SINALOA

López-Guzmán, Jesús A[1*]; Moreno-Gallegos, Tomas[1]; Gutiérrez Gutiérrez, Obed Gabriel[1]; Melgoza-Villagómez, Claudia M[2]

[1]Campo Experimental Valle de Culiacán-INIFAP. Carretera Culiacán-El Dorado, km 17.5. Municipio. C. P. 80000, Culiacán. Sinaloa, México. [2]Sitio Experimental Valle de Santo Domingo-INIFAP. Carretera Transpeninsular Km. 208. Cd. Constitución, B. C. S., México.
***Autor principal: guzman.jesus@inifap.gob.mx**

RESUMEN

Sinaloa ocupa el tercer lugar nacional en superficie sembrada de sorgo con 81 mil 119 hectáreas, después de Tamaulipas y Guanajuato. En cuanto a producción, Sinaloa ocupa el cuarto lugar con 325 mil 872 toneladas de grano y 1, 025 000 toneladas de forraje verde de sorgo al año. La línea sobresaliente de sorgo Culiacán-09, se originó mediante un proceso de hibridación y selección genealógica, iniciando con la cruza número uno (inata) en el Campo Experimental Valle de Culiacán en el año 1986, a partir de unas líneas heterogéneas introducidas del ICRISAT, sin identificación parental nominada localmente como Culiacán-09. En la primera generación (F1) se cosechó en forma masal (M). A partir de la segunda generación (F2) y hasta la F5 se realizó selección individual por panoja seleccionando siempre por tamaño y tipo panoja, excersión, altura, sanidad de la planta y precocidad. De la F6 a la F7, se cosecho en forma masal, mediante este proceso se logró una línea homogénea. Su genealogía se identifica como Culiacán-09, C09-1-M-2-2-3-3-M-M. En ensayos de rendimiento realizados en un período de cinco años (1999 a 2004) durante el ciclo primavera-verano bajo temporal, Culiacán-09 presentó un rendimiento promedio de 3 000 kg ha^{-1} de grano, con lo cual supera en 4.40% al rendimiento promedio de tres testigos comerciales. En la evaluación de producción de forraje durante los ciclos primavera-verano 2005 a 2009, establecidos bajo temporal Culiacá-09 rindió en promedio 48 300 kg ha^{-1} de forraje verde, para superar en 46% al promedio del testigo comercial. La línea Culiacán-09, se adapta a las condiciones ambientales del trópico seco del estado de Sinaloa.

ABSTRACT

Sinaloa ranks third in the national area in sorghum with 81,119 hectares, after Tamaulipas and Guanajuato. In terms of production, Sinaloa ranks fourth with 325,872 tons of grain and 1,025,000 tons of sorghum forage per year. The Culiacán-09 sorghum line originated through a process of hybridization and genealogical selection, beginning with cross number one in the “Campo Experimental Valle de Culiacan” in 1986, from some heterogeneous lines introduced from ICRISAT, without parental identification named locally as Culiacán-09. In the first generation (F1) it was harvested in bulk form (M). From the second generation (F2) and up to F5, individual selection was made per panicle, always selecting by panicle size and type, excess, height, plant health and earliness. From F6 to F7, it was harvested in bulk, through this process a homogeneous line was achieved. Its genealogy is identified as Culiacán-09, C09-1-M-

2-2-3-3-M-M. In yield trials carried out in a period of five years (1999 to 2004) during the low season spring-summer cycle, Culiacán-09 presented an average yield of 3 000 kg ha^{-1} of grain, which exceeds 4.40% average yield of three commercial controls. In the evaluation of forage production during the spring-summer 2005 to 2009 cycles, established under the Culiacá-09 storm, yielded an average of 48,300 kg ha-1 of green forage, to exceed the average of the commercial control by 46%. The Culiacán-09 line is adapted to the environmental conditions of the dry tropics of the state of Sinaloa.

INTRODUCCIÓN

En México, la superficie sembrada de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) en 2018 fue de 1 355 510 ha, con una producción de 4 millones 531 mil toneladas de grano y 3 millones 923 mil toneladas de forraje verde. Sinaloa ocupa el tercer lugar nacional en superficie sembrada de sorgo con 81 mil 119 hectáreas, después de Tamaulipas y Guanajuato. En cuanto a producción, Sinaloa ocupa el cuarto lugar con 325 mil 872 toneladas de grano y 1, 025 000 toneladas de forraje verde de sorgo al año (SIAP, 2019). En Sinaloa el 70% de la superficie sembrada de sorgo se siembra bajo condiciones de temporal, con un rendimiento promedio de 1.63 t ha^{-1} de grano, mientras que una menor superficie 30% se seimbra bajo condiciones de riego, con rendimientos promedios de 5.51 t ha^{-1}.

Entre los principales problemas que enfrenta el cultivo del sorgo en Sinaloa, son la sequía, causada por la distribución errática de lluvias (de 450 a 600 mm, durante el periodo de julio a noviembre), así como el escaso uso de prácticas de conservación y aprovechamiento de la humedad (Hernández *et al*., 2010). Sin embargo, en el centro y sur de Sinaloa, se siembran predominantemente híbridos comerciales bajo condiciones de temporal susceptibles a enfermedades y al acame de las plantas, imposibilitando la cosecha mecánica y la pérdida en el rendimiento de grano.

En los últimos años ha sido posible identificar nuevos genotipos con mayor tolerancia a enfermedades que los híbridos comerciales entre algunas enfermedades se encuentran; ergot causada por *Claviceps african*, antracnosis causada por *Colletotrichum graminícola*, tizón de la panoja causada por *Fusarium moniliforme* y pudrición carbonosa del tallo causada por *Macrophomina phaseolina* (Williams-Alanís *et al*., 2009). Por ello en el programa de mejoramiento genético de sorgo del Campo Experimental Valle de Culiacán, se trabaja en la obtención de nuevos genotipos que tengan buen rendimiento de grano, producción de forraje y que presenten tolerancia a las diferentes plagas del cultivo. El objetivo del presente trabajo es presentar las principales características de la línea Culiacan-09 próxima candidata a ser libera como nueva variedad de sorgo doble propósito para el estado de Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODOS

La línea sobresaliente de sorgo Culiacán-09, se originó mediante un proceso de hibridación y selección genealógica, iniciando con la cruza número uno (inata) en el Campo Experimental Valle de Culiacán en el año 1986, a partir de unas líneas heterogéneas introducidas del ICRISAT, sin identificación parental nominada localmente como Culiacán-09. En la primera generación (F1) se cosechó en forma masal (M). A partir de la segunda generación (F2) y hasta la (F5) se realizó selección individual por panoja seleccionando siempre por tamaño y tipo panoja, excersión, altura, sanidad de la planta y precocidad. De la (F6 a F7), se cosecho

en forma masal, mediante este proceso se logró una línea homogénea. Su genealogía se identifica como Culiacán-09, C09-1-M-2-2-3-3-M-M.

Esta línea se encuentra en proceso de liberación para posteriormente solicitar su registro ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas para su incorporación al Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.

RESULTADOS Y DISCUSION

En evaluaciones realizadas bajo condiciones de temporal en la zona sur y centro de Sinaloa, Culiacán-09 mostró un comportamiento similar a los testigos comerciales. En ensayos de rendimiento realizados durante un período de cinco años (1999 a 2004) en el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal, la línea de sorgo Culiacán-09 presentó un rendimiento promedio de 3000 kg ha^{-1} de grano, con lo cual supera en 4.40% el rendimiento promedio de tres testigos comerciales (Montes *et al*., 2012). En la evaluación de producción de forraje durante los ciclos primavera-verano 2005 a 2009, establecidos bajo temporal. La nueva línea de sorgo Culiacán-09 rindió en promedio 48 300 kg ha^{-1} de forraje verde, superando en 46% al promedio del testigo comercial (Montes *et al*., 2012). Debido a lo anterior, se podría establecer la nueva línea de Culiacán-09 debido a que superó en producción de forraje y grano a las variedades que se encuentran ya comercialmente.

La línea Culiacán-09 es de ciclo vegetativo intermedio 60 a 65 días a floración y de 103 a 112 días a la cosecha, tiene una altura de planta promedio de 2.75 m (Figura 1), sus hojas son de color verde claro, de textura media, sin antocianinas; su tallo tiene ocho entrenudos a madurez y el jugo de éste tiene una concentración de sólidos solubles de 18 a 19 °Brix, cuando las plantas tienen el grano lechoso masoso, espigas medianas (27 cm) semi-compacta, con buena excersión (20 cm), el grano es de color ámbar (Figura 2), de forma circular y semiaplanada, con testa y endospermo cristalinos, y de textura media. La línea Culiacán-09, se adapta a las condiciones ambientales del trópico seco del estado de Sinaloa. Su ámbito de aplicación abarca los Distritos de Desarrollo Rural 135, Guamúchil; 136, Culiacán; 137, La Cruz y 138, Mazatlán.

Figura 1. Planta de la línea de sorgo “Culiacán-09” reproducida en Culiacán, Sinaloa.

Figura 2. Panoja representativa de la línea “Culiacán-09” reproducidas en Culiacán Sinaloa.

CONCLUSIONES

Debido a las características agronómicas que presentó la nueva línea de sorgo Culiacán-09 la hace candidata a ser propuesta como nueva variedad para el estado de Sinaloa. La semilla básica estará a disposición de los productores en el Campo Experimental Valle de Culiacán, en Culiacán, Sinaloa.

REFERENCIAS

Hernández-Espinal, L. A.; Moreno, G. T.; Loaiza, M. A. y Reyes, J. J. E. 2010. Gavatero-203, nueva variedad de sorgo forrajero para el estado de Sinaloa. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 1:727-731. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000500013

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2019. Anuario estadístico de la producción agrícola 2018 en México. El cultivo de sorgo. SAGARPA.

Montes-García N.; Williams-Alanís, H.; Moreno-Gallegos, T.; Cisneros- López, M. E. y Pecina-Quintero V. 2012. Rb-paloma variedad de sorgo blanco para producción de grano y forraje. Rev. Fitotec. Mex. 35:185-187. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802012000200011

Williams-Alanís, H.; Pecina-Quintero, V.; Montes-García, N.; Palacios- Velarde, O.; Arcos-Cavazos, G. y Vidal-Martínez, V. A. 2009. Reacción de variedades de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench.] para grano a Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid. Rev. Mex. Fitopatol. 27:148-155.

DETERMINACIÓN DEL INDICE DE COLOR EN SÉMOLA DE VARIEDADES MEXICANAS DE TRIGO DURO

DETERMINATION OF THE COLOR INDEX IN SEMOLA OF MEXICAN VARIETIES OF DURUM WHEAT

Chávez-Villalba, Gabriela[1]; Alvarado-Padilla, Jorge Ivan[2]; Díaz-Ceniceros, Huizar Leonardo [1]; Camacho-Casas, Miguel Alfonso[3] y Borbón-Gracia Alberto[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug. km. 12. Cajeme, Obregón, Sonora, México.
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de Mexicali km. 7.5 San Felipe, Mexicali, B. C., México; [3]Molinos del Sudeste, Av. Industrial Puebla #562, Ejido Puebla, 21620 Mexicali, B.C
chavez.gabriela@inifap.gob.mx

RESUMEN

El color es un carácter de calidad de gran importancia en trigo duro (*Triticum turgidum ssp durum*), utilizado principalmente para la elaboración de pastas secas (80 % a nivel mundial) y pastas frescas. El análisis de color en la sémola de trigo duro se determinó en partículas de 150 micrómetros. A mayor tamaño de la partícula mayor será el valor del índice de color, b del Minolta, por eso es importante reportar el tamaño de partícula donde se genera la información sobre pigmentos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la intensidad del color amarillo de la sémola obtenida de seis variedades comerciales (CIRNO C2008, CENEB Oro C2016, Baroyeca Oro C2013, Martínez C2016, CONASITS C2015, Quetchehueca Oro C2013) y dos líneas avanzadas cosechadas en el noroeste de México. El menor valor b del Minolta de lo presentó la variedad CIRNO C2008, la variedad más sembrada en el noroeste de México; mientras que el más mayor lo registró la variedad CENEB Oro C2016; sin embargo, las líneas experimentales muestran excelentes niveles de pigmento que las clasifica como calidad oro. En general las sémolas de todas las variedades cumplen con los niveles de pigmento que se requiere para la formulación de pastas, aunque durante el almacenamiento del grano la acción de factores ambientales como el calor y la radicación solar, los pigmentos se degradan, por lo tanto, se requiere de variedades calidad Oro para satisfacer las necesidades de la industria molinera y fabricante de pastas a base de sémola de trigo duro, principalmente la de países importadores.

ABSTRACT

Color is a quality attribute of great importance in durum wheat (*Triticum turgidum* ssp *durum*), used mainly to produce dry pasta (80% worldwide) and fresh pasta. Color analysis on durum wheat semolina was determined on 150-micron particles. The larger the particle size, the

greater the value of the color index, b of Minolta, that is why it is important to report the particle size used for generating the information on pigments values. The objective of this study was to evaluate the intensity of the yellow color of the semolina obtained from six commercial varieties (CIRNO C2008, CENEB Oro C2016, Baroyeca Oro C2013, Martínez C2016, CONASITS C2015, Quetchehueca Oro C2013) and two advanced lines harvested in northwest Mexico. The lowest Minolta b-value was registered for the variety CIRNO C2008, the most widely planted variety in northwestern Mexico; while the largest was recorded by the variety CENEB Oro C2016; however, the experimental lines show excellent pigment levels that classify them as gold quality. In general, semolina of all varieties comply with the levels of pigment required for the formulation of pasta, although during the storage of the grain the action of environmental factors such as heat and solar radiation, the pigments degrade, therefore Gold quality varieties are required to satisfy the needs of the milling industry and manufacturer of pasta based on durum wheat semolina, mainly those of importing countries.

INTRODUCCIÓN

Después del trigo panificable (*Triticum aestivum*) el trigo duro o cristalino (*Triticum turgidum* ssp. *Durum),* es la segunda especie de trigo más cultivada en el mundo. Su importancia radica principalmente en ser la materia prima para la extracción de la sémola usada en la elaboración de las pastas alimenticias, que los consumidores finales prefieren sean de color amarillo brillante. Las normas alimenticias exigen que este color sea inherente al grano de las variedades que se utilizan para la elaboración de estas pastas. El color amarillo en trigo es un carácter cuantitativo, altamente heredable, Roncallo, *et al*., 2009 en trigos duros y Montoya *et al* 2012 en trigos harineros, con evidencias de interacción genotipo-ambiente (Camacho *et al*, 2012). Desde el punto de vista nutricional los pigmentos carotenoides desempeñan una función antioxidante en las membranas biológicas. El β-caroteno es uno de los pigmentos carotenoides precursores de la vitamina A en humanos y actúan previniendo enfermedades degenerativas y de la vista (Roncallo, *et al*., 2009). Desde el punto de vista industrial y la industria de los alimentos, el color amarillo en las sémolas es importante porque también proporciona estética a las pastas. La intensidad del color dependerá del tamaño de partícula de la sémola y a mayor tamaño, mayor intensidad de color amarillo, expresado en valor b del Minolta. El objetivo del presente trabajo fue comparar el color amarillo de la sémola obtenida de variedades comerciales en el noroeste de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el laboratorio de Calidad de trigo del Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

(INIFAP). La sémola se obtuvo de seis variedades comerciales y dos líneas avanzadas de trigo duro (cuadro 1), sembradas en el Campo Experimental Valle de Mexicali, B. C., durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2018-2019, bajo un diseño experimental bloques al azar con tres repeticiones. El índice de color amarillo (ICAb) en sémola se evaluó utilizando el equipo Minolta CR400 en sémola con partícula 150 µm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La medición del ICAb arrojado por el colorímetro Minolta CR400, presentó valores altos en seis de los ocho genotipos evaluados (Cuadro 1), la variedad CIRNO C2008 que es la más sembrada en Sonora y Baja California registro un valor de 23.89 unidades b del Minolta, el más bajo de todas las variedades. Sin embargo, este estudio muestra que ya se tienen nuevas variedades que mejoran el color de sémola con respeto a la variedad CIRNO C2008. Así vemos que CENEB ORO C2017 liberada en el año 2017 para su siembra en el Valle del Yaqui Sonora, en estos resultados representa una mejora promedio de 5.39 unidades b Minolta. Para el Valle de Mexicali se estima proponer para registro o liberación en este 2020 la línea Avanzada 2, variedad que también mejora en 4.38 unidades b Minolta la pigmentación de sémola respecto a CIRNO C2008.

Cuadro 1. Color de sémola obtenido de ocho genotipos de trigo duro.

VARIEDADES	Promedio de Color en sémola 150 micras (Unidades b Minolta)
CENEB ORO C2017	29.28
LINEA AVANZADA 2	28.27
CONASITS C2015	27.76
QUETCHEHUECA OROC2013	27.39
LINEA AVANZADA 1	27.24
BAROYECA ORO C2013	26.91
MARTÍNEZ C2016	24.41
CIRNO C2008	23.89

CONCLUSIONES

Los programas de mejoramiento Genético de trigo en México tienen como prioridad superar la pigmentación de la sémola de una de las variedades más sembradas en los últimos años (CIRNO C2008). El resultado de esta evaluación demuestra que el mejoramiento genético ha logrado mejorar la expresión de una mayor intensidad del color amarillo de la sémola en trigo duro, atributo importante para la industria de pastas que abre la posibilidad para la exportación

de trigos mexicanos hacia mercados que demandan este atributo en las pastas que consumen.

REFERENCIAS

Camacho, C. MA.,Figueroa L. P. Chávez V. G., Fuentes D.G. Félix F. J.L. Borbón G. A. 2012. Efecto del genotipo y la fecha de siembra sobre la expresión del color de semolina en el grano de trigo cristalino. XXIV Congreso Nacional y IV Internacional de Fitogenética. 433

Montoya, L. J.; Giraldo G. G. A.; Lucas A. J. C. 2012. Determinación del índice de blancura en harina de trigo comercial. Vitae. 19(1): 415-416.

Roncallo, P.; Garbus, I.; Picca, A.; Echenique, V.; Carrera, D. A.; Cervigni, G. L. y Miranda R. 2009. Análisis de las bases genéticas del color en trigo candeal. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata. 108(1): 9-23.

DETERMINACIÓN DEL UMBRAL DE ACCIÓN PARA EL CONTROL OPORTUNO DEL GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ

ACTION THRESHOLD DETERMINATION FOR TIMELY CONTROL OF PECAN NUT CASEBEARER

Franco-Gaytán, Iván [1]; Maltos-Buendía, Jorge [1*]; Maciel-Torres, Sandra Patricia [2]; Hernández-Leal, Enrique [1] y Ramos-Cruz, Carlos Miguel [2]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental la Laguna, Matamoros, Coahuila, México. C.P.27440. [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental General Terán, Nuevo León. C.P. 67400. *Autor para correspondencia: maltos.jorge @inifap.gob.mx

RESUMEN

En los estados del norte de México, el cultivo del nogal pecanero es de gran importancia por el número de empleos y la derrama económica que genera. Desafortunadamente dentro de los principales factores que limita la productividad de las nogaleras son las plagas, siendo la de mayor importancia el gusano barrenador de la nuez (GBN) causando daños mayores al 40% en los racimos. Por lo que la implementación de métodos alternativos de muestreo utilizando trampas con feromonas sexual y realizando muestreos del primer daño en los racimos del nogal son una herramienta útil de monitoreo. El objetivo del trabajo fue determinar el umbral de acción del GBN, mediante la dinámica población de la generación hibernante de palomillas adultas capturadas en las nogaleras. El experimento se realizó en los meses de abril y mayo de 2020 en dos huertos comerciales: “La Cantabra” (CAN) en Gómez Palacio, Durango y “La Mercedes” (MER) en San Pedro, Coahuila. Los resultados obtenidos mostraron que el momento oportuno de control del GBN fue el 30 de abril y el umbral de acción de la primera generación de GBN que generarán un impacto económico serán 16 y 45 palomillas adultas capturadas en las trampas en “La “Cantabra “y La Mercedes” respectivamente son suficientes para tomar acciones inmediatas para corregir el daño.

ABSTRACT

In the northern states of Mexico, the cultivation of pecan walnut is of great importance due to the number of jobs and the economic benefit it generates. Unfortunately, among the main factors that limit the productivity of walnut trees are pests, the most important being the nut screwworm (GBN), causing damage greater than 40% in the bunches. Therefore, the implementation of alternative sampling methods using traps with sexual pheromones and

sampling the first damage in the bunches of the walnut tree are a useful monitoring tool. The objective of the work was to determine the GBN action threshold, by means of the dynamic population of the hibernating generation of adult moths captured in the nogaleras. The experiment was carried out in the months of April and May 2020 in two commercial gardens: “La Cantabra” (CAN) in Gómez Palacio, Durango and “La Mercedes” (MER) in San Pedro, Coahuila. The results obtained showed that the opportune moment of control of the GBN was on April 30 and the action threshold of the first generation of GBN that will generate an economic impact will be 16 and 45 adult moths captured in the traps in "La" Cantabra "and The Mercedes ”respectively are sufficient to take immediate action to correct the damage.

INTRODUCCIÓN

El nogal es uno de los principales cultivos de importancia económica en México, en el 2018 se sembraron 135 335 ha de las cuales se cosecharon 96 908 ha con un valor superior de $12 mil millones de pesos, el 98% de la superficie sembrada fue con las variedades Western y Wichita y el 2% es con variedades criollas (SIAP, 2020).

En la Comarca Lagunera el 93.7% de las nogaleras se ven afectadas principalmente por los gusanos barrenador del ruezno y nuez, además de los pulgones. El 11.1% de productores de nogal señalan que no pudieron controlar las plagas por falta de asesoría o seguimiento en el control (Cervantes *et al.,* 2018). El gusano barrenador de la nuez (GBN) es la plaga más importante del nogal pecanero durante las fases de polinización de la flor y amarre del fruto. El GBN generalmente presenta una generación hibernante, dos completas y una parcial por temporada de crecimiento, siendo la primera la de mayor importancia debido al porcentaje de nueces dañadas que puede llegar a generar (<40%), afectando el rendimiento y la calidad de la nuez (Morales-Olais *et al.,* 2019), los adultos procedentes de la generación hibernante emergen a inicios de la segunda semana de abril (Nava *et al*., 2008; Fu Castillo *et al*., 2013). La larva se puede alimentar de frutos recién polinizados, en crecimiento o durante el llenado de la almendra, durante las primeras dos fases de desarrollo del fruto cada larva de *Acrobasis nuxvorella* necesita consumir de tres a cinco nuececillas para completar su desarrollo por lo que es necesario tener un excelente control en las nogaleras (Tarango *et al,* 2014).

Tradicionalmente el momento oportuno de control del GBN se determina entre la relación fenológica del gusano y el cultivo de nogal en cuanto a la acumulación de unidades calor (Nava, 2002), además de muestrear los huevecillos en los racimos de frutos recién polinizados, Tarango, (2014) señala que esta técnica es difícil y laboriosa de realizar ya que los huevos son colocados en las cavidades del estigma o brácteas, lo anterior justifica la implementación de métodos alternativos de muestreo con trampas con feromonas sexual y

muestreos del primer daño en los racimos del nogal (Knutson *et al.,* 2001), por eso el objetivo del presente trabajo fue determinar el umbral de acción del GBN, mediante la dinámica población de la generación hibernante de palomillas adultas capturadas en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante las etapas fenológicas de floración y polinización del cultivo de nogal pecanero (abril - mayo de 2020), en dos huertos comerciales ubicadas en "La Cantabra", Gómez Palacio, Durango (CAN) y "La Mercedes" (MER) en San Pedro, Coahuila pertenecientes a la región de la Comarca Lagunera, el manejo agronómico de las nogaleras fue realizado por cada productor. Las trampas tipo Delta con feromona sexual sintética Pherocon-PNCB-M se colocaron el 7 y 14 de abril, en cada nogalera utilizando la relación de una trampa cada diez hectáreas (4 para "La Cantabra" y 13 para "La Mercedes"), se colgaron en los árboles a una altura de 1.8 a 2m. Las trampas se revisaron diariamente hasta el 19 de mayo para determinar la dinámica poblacional de palomillas adultas del GBN de la generación hibernante y determinar el momento oportuno de control. El porcentaje de daño en los racimos se determinó muestreando visualmente 10 racimos por árbol de 31 árboles seleccionados al azar (unidad experimental fue de 310 racimos), cuando se apreciaba el tapón de excremento aglomerado con hilos de seda que coloca la larva del GBN en la base de los frutos se consideraba dañado el racimo. Para el calculó del efecto del control del GBN se realizó mediante una correlación lineal entre el porcentaje de daños en las nuececillas contra el número de palomillas adultas capturadas por trampa después de la aplicación del insecticida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dinámica de población de adultos de palomilla del GBN, inició con capturas tempranas el 16 de abril para las dos nogaleras ("La Cantabra" y "La Mercedes"; Figura 1). Las larvas hibernantes finalizan su estado de reposo cuando inicia la brotación de los nogales que es a mediados de marzo. Las primeras capturas reportadas en las dos nogaleras evaluadas corresponden con la relación fenológica de nogal y el ciclo biológico de GBN en la Comarca Lagunera.

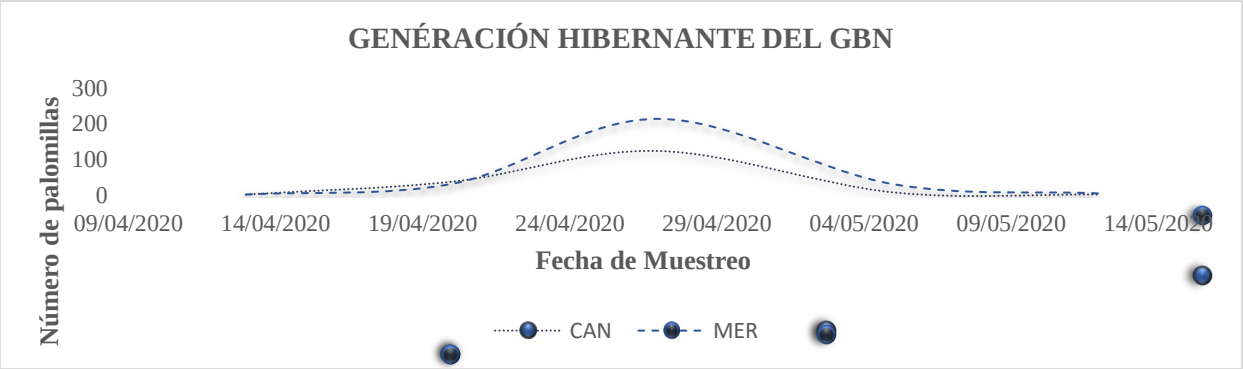


Figura 1. Fechas de muestreo de palomillas adultas *Acrobasis nuxvorella* con trampa de feromonas en nogaleras de la Comarca Lagunera.

Al implementar el monitoreo de trampas con feromonas sexuales el momento oportuno de control es a los 14 días después de la captura de las primeras palomillas, debido a que durante ese periodo de tiempo corresponde a la aparición de palomillas hembras (3d), periodo de cópula y preoviposición (4d), incubación de huevecillos (5d) y periodo de alimentación de larvas antes de entrar a las nuececillas (2d) (Nava *et al.,* 2002).

Los resultados mostraron que el momento oportuno de control es el 30 de abril para “La Cantabra” y “La mercedes”, por lo que es recomendable utilizar un insecticida a base del i.a: methoxyfenozide (control químico biorracional) ya que es amigable con los insectos benéficos presentes en los nogales, asegurando una óptima aplicación del producto en todos los racimos para tener un alto grado de control, debido a que una mala aplicación podría generar un foco de infestación del GBN en un área definida de la huerta provocando la diseminación hacia el resto de los árboles (Samaniego *et al.,* 2008).

De acuerdo con la Figura 1, la dinámica de población de palomillas adultas del GBN alcanzó su pico máximo el 29 de abril, este comportamiento coincide con lo reportado por Fu Castillo *et al*. (2013) quienes mencionan que el 28 de abril en nogaleras monitoreadas en Hermosillo, Sonora y Julimes, Chihuahua está el pico máximo.

Los datos mostraron un efecto en el control del GBN con un intervalo de confianza del 95% de promedio de palomillas capturadas se encontraba entre el límite inferior de 8.7 y superior de 65.7 palomillas capturadas. Ambas nogaleras presentaron daños en los racimos. “La Cantabra” con 34.8 ± 5.3 palomas adultas en promedio y para “La Mercedes” fue de 56.8 ± 5.3 palomas adultas en promedio encontrando desde un 1.25% a 2.5% y 0.35% a 2.2% de daño respectivamente (Figura 2). Morales-Olais *et al*. (2019) reportaron en el 2016 y 2017 daños máximos de 21.6 y 12.58% en nogaleras con manejo convencional y biorracional para el control del GBN, en Matamoros, Coahuila y Gómez Palacio, Durango.

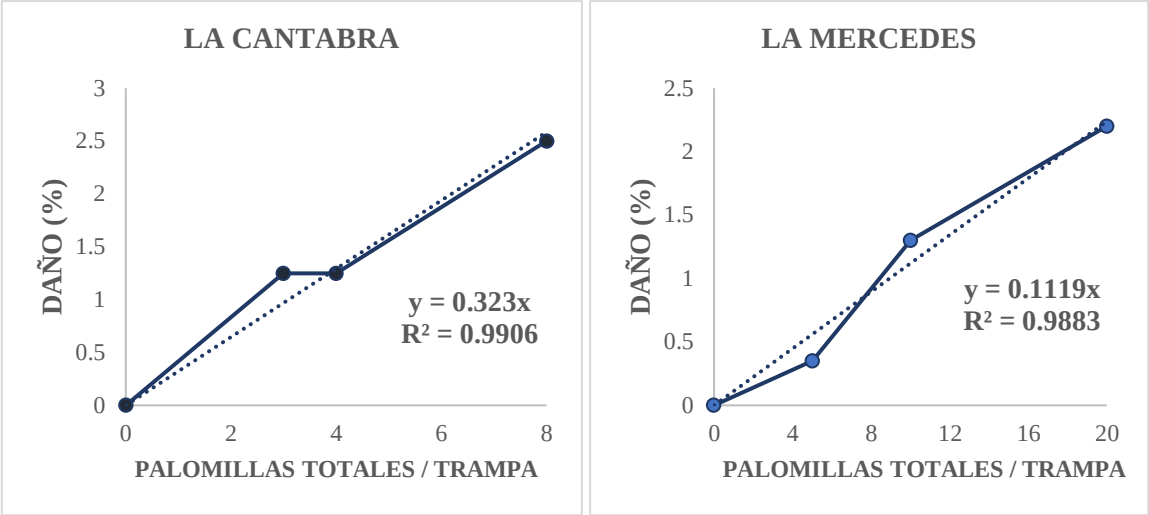


Figura 2. Relación entre adultos de *A. nuxvorella* capturados y el porcentaje de daño en los racimos en las nogaleras “La Cantabra” en Gómez Palacio Durango y “La Mercedes” en San Pedro, Coahuila.

Con la ecuación de regresión lineal obtenida de los datos se determinó el umbral de acción de daño, los modelos encontrados explican que por cada adulto capturado en las trampas se ocasionará en los nogaleras un de 0.32 % en “La Cantabra” y un 0.11%” en “La Mercedes” de nuececillas dañadas con un ajuste del 97% (R^2=0.97). Se determinó el umbral de acción que se refiere al número de adultos capaces de causar un 5 % (Y) de daño en las nueces a cosechar y que repercute directamente en el rendimiento del huerto y la economía de los productores. Para la “La Cantabra” son suficientes capturar 16 palomillas adultas, mientras que para “La Mercedes” con 45 palomillas pueden repercutir significativamente en cada una de las nogaleras. Tarango *et al.,* (2014) reportaron en la región centro-sur de Chihuahua que 14 palomillas adultas capturadas son suficientes para generar un 5% de daño por *A. nuxvorella.*

CONCLUSIONES

La implementación de trampas con feromonas sexuales y el muestreo del gusano barredor de la nuez determino que el 30 de abril es el momento oportuno para de control en las dos nogaleras evaluadas o al capturar 16 y 45 palomillas adultas para la Cantabra y la Mercedes, utilizando insecticidas a base del methoxyfenozide (control químico biorracional) ya que es amigable con los insectos benéficos.

REFERENCIAS

Cervantes V. M. G., Orona C. I., Vázquez V. C., Fortis H. M., Espinoza A. J. J. 2018. Análisis comparativo de huertos de nuez pecanera (*Carya illinoensis Koch*) en la Comarca Lagunera. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 9:25-35

Fu Castillo, A. A., M. Harris, A. A. Fontes P., and W. Verdugo Z. 2013. Trampeo e identificación de la feromona sexual del gusano barrenador de la nuez, *Acrobasis nuxvorella* (Lepidoptera: Pyralidade) en México. Biotecnia 15: 25- 30.

García S.C. 1986. Dinámica de población y combate del barrenador de la nuez *Acrobasis nuxvorella* Neunzing en la Comarca Lagunera. En 5° día del nogalero. Publicación especial No.23. México CELALA-INIFAP. Pp13-22.

Knutson A., B. Ree. 2001. Control de barredor de la nuez. Servicio de Extensión Agrícola de Texas. Sistema Universitario de Texas A&M. p.6

Morales-Olais E., Gonzales-Hernández H., Nava-Camberos U., Equilhua-Martinez. A., Carrillo-Sánchez. J.L. 2019. Biorational Management of pecan nut casebearer, Acrobasis nuxvorella Neuzing1 and its effect on associated parasitoids. Southwestern Entomologist. 44(1):41-51.

Nava C, U., and Ramirez. M. D. 2002. Manejo integrado de plagas del nogal, pp. 145-176. *In* A. J. Arreola and I. Reyes J. [eds.], Tecnología de Producción en Nogal Pecanero. Libro Técnico 3. Campo Experimental La Laguna, CIRNOC, INIFAP. Matamoros, Coahuila, México.

Nava C, U., E Morales O., and Ramírez M. D. 2008. Uso de feromonas sexuales para monitoreo de gusano barrenador de la nuez *Acrobasis nuxvorella* (Lepidoptera: Pyralidae) en la región Lagunera de Coahuila, México. Memoria de la XX Semana Internacional de Agronomía, 5-7 noviembre 2008. Gómez Palacio, Dgo. P. 897.

Samaniego, G. J. A.; Ramírez, D. M.; Pedroza, S. A. y Nava, C. U. 2008. Asociación entre pudrición texana (*Phymatotrichopsis omnivora*) e insectos barrenadores del nogal (*Carya illinoensis*). Agric. Téc. Méx. 34(1):21-32.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2018. Obtenido de: http:// https://www.gob.mx/siap

Tarango R. S. H., Gonzales H. A., Cortes O. D. 2014. Barrenador de la nuez. In Tarango R. S. H [eds] Manejo integrado de plagas en nogal pecanero. Campo Experimental Delicias, CIRNOC, INIFAP. Delicias, Chihuahua. pp. 93-125

DIAGNOSTICO AGROPECUARIO Y PRODUCTIVO DE LA LOCALIDAD “EL DURAZNO” PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PRODETER 2019, EN EL MUNICIPIO DE TAMAZULA

AGRICULTURAL AND PRODUCTIVE DIAGNOSIS OF THE LOCALITY "EL DURAZNO" FOR THE IMPLEMENTATION OF PRODETER 2019, IN THE MUNICIPALITY OF TAMAZULA

Maihualy Martínez Fernández[1], María Gabriela Ramírez Valadez[1], Saúl Santana Espinoza, José Leonardo García Rodríguez[1]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Dir.: Carretera Durango – El Mezquital km. 4.5, C. P 3400, Durango, Dgo., martínez.maihualy@inifap.gob.mx

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de Articular la investigación con el Extensionismo rural para promover la aplicación de componentes tecnológicos en los Proyectos de Desarrollo Territorial (PRODETER), en la zona norte del municipio de Tamazula, donde específicamente se estableció el proyecto en la localidad conocida como “El Durazno”, para identificar y evaluar el estado actual de sus recursos naturales, que productos agrícolas y pecuarios y con qué tecnología actualmente se producen en el territorio.

Todo lo anterior permitirá identificar innovaciones tecnológicas disponibles y adecuadas para mejorar el proceso productivo y allanar las brechas tecnológicas en cada PRODETER.

Para realizar lo anterior, se utilizó la aplicación tecnológica de Desarrollo Rural, proporcionada por el SIAP; con ella y de acuerdo a la metodología establecida para la determinación del tamaño de muestra se realizaron 64 encuestas en el territorio, aplicadas aleatoriamente a productores de las cadenas productivas manzana, maíz y bovinos carne, en 19 localidades diferentes.

ABSTRACT

The present work was carried out with the objective of Articulating the research with the rural Extensionism to promote the application of technological components in the Territorial Development Projects (PRODETER), in the northern area of the municipality of Tamazula, where the project was specifically established in the town known as "El Durazno", to identify and assess the current state of its natural resources, what agricultural and livestock products and with what technology are currently produced in the territory.

All of the above will make it possible to identify available and appropriate technological innovations to improve the production process and smooth the technological gaps in each PRODETER.

To do the above, the Rural Development technology application, provided by SIAP, was used; With it and according to the methodology established for determining the sample size, 64 surveys were carried out in the territory, randomly applied to producers of the apple, corn and beef cattle production chains, in 19 different locations.

INTRODUCCIÓN

El estado de Durango es una de las 32 entidades federativas de la República Mexicana. Se ubica al noroeste de la parte central de la República Mexicana. Cuenta con una extensión de 123,317 km, que hacen que sea el cuarto estado más grande de la República Mexicana. Limita al Norte con Chihuahua y Coahuila de Zaragoza; al Este con Coahuila de Zaragoza y Zacatecas, al Sur con Zacatecas, Nayarit y Sinaloa; al Oeste con Sinaloa y Chihuahua. Cuenta con 39 municipios, además tiene 9,964 localidades urbanas y rurales.

Dentro de esta lista de municipios, se encuentra el municipio de Tamazula, el cual, se encuentra ubicado en el extremo noroeste del estado de Durango, su territorio incluye las alturas de la Sierra Madre Occidental y su abrupto descenso hacia la Llanura costera del Pacífico formando grandes barrancas; en consecuencia su altitud fluctúa de los 3 000 a los 100 metros sobre el nivel del mar.

Es uno de los municipios más extensos del estado, con 5812.838 kilómetros cuadrados y sus coordenadas geográficas extremas son 24° 16' - 25° 40' de latitud norte y 106° 08' - 107° 13' de longitud oeste.

El objetivo del presente fue Articular la investigación con el Extensionismo rural para promover la aplicación de componentes tecnológicos en los Proyectos de Desarrollo Territorial (PRODETER), en la zona norte del municipio de Tamazula, donde específicamente se estableció el proyecto en la localidad conocida como “El Durazno”,

para realizar el diagnostico técnico productivo de la zona, para identificar y evaluar el estado actual de sus recursos naturales, que productos agrícolas y pecuarios y con qué tecnología actualmente se producen en el territorio, evaluar el nivel de productividad actual y potencial de los diferentes productos del territorio, que derive en la cuantificación de brechas de tipo tecnológico, productivo y financiero, principalmente. Todo lo anterior permitirá identificar innovaciones tecnológicas disponibles y adecuadas para mejorar el proceso productivo y allanar las brechas tecnológicas en cada PRODETER. Para realizar lo anterior, se utilizó la aplicación tecnológica de Desarrollo Rural, proporcionada por el SIAP; con ella y de acuerdo a la metodología establecida para la determinación del tamaño de muestra se realizaron 64 encuestas en el territorio, aplicadas aleatoriamente a productores de las cadenas productivas manzana, maíz y bovinos carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la caracterización de las Unidades de producción familiar (UPF) se realizó un diagnóstico mediante una muestra de acuerdo a la identificación de la población objetivo, la cual se concentra en la parte norte del Municipio, compuesta por 516 localidades con una población total de 13,617 habitantes.

Aplicando un fórmula para la determinación del tamaño de muestra, se determinó tomar en cuenta un nivel de confianza del 90%, por lo cual se determinó que el número de encuestas a realizar, sería de 64, las cuales se aplicaron a productores presentes en la lista de productores sujetos a apoyo en las diferentes cadenas productivas (manzana, maíz y pecuaria (bovinos destete), aplicadas al azar en 19 localidades (Cuadro 1) Figura 1).

Cuadro 1. Distribución de encuestas por Localidad

Localidades	Cantidad de encuestas por Localidad
Aserradero de Milpas	4
El Aguaje	1
El Capulín de Abajo	2
El Durazno	9
El Jagüital	4
La Alameda	4
La Cebadilla	7
La Ciénega	1
La Contrayerba	8
La Rosa	1
Los Tejabanes	2
Mesa Morena	2
Osos Bravos	5
Piedras de Lumbre	2
Ranchito Nuevo	2
San Darío	2
San Ignacio	1
Santa Gertrudis	6
Todos Santos	1
Total general	64

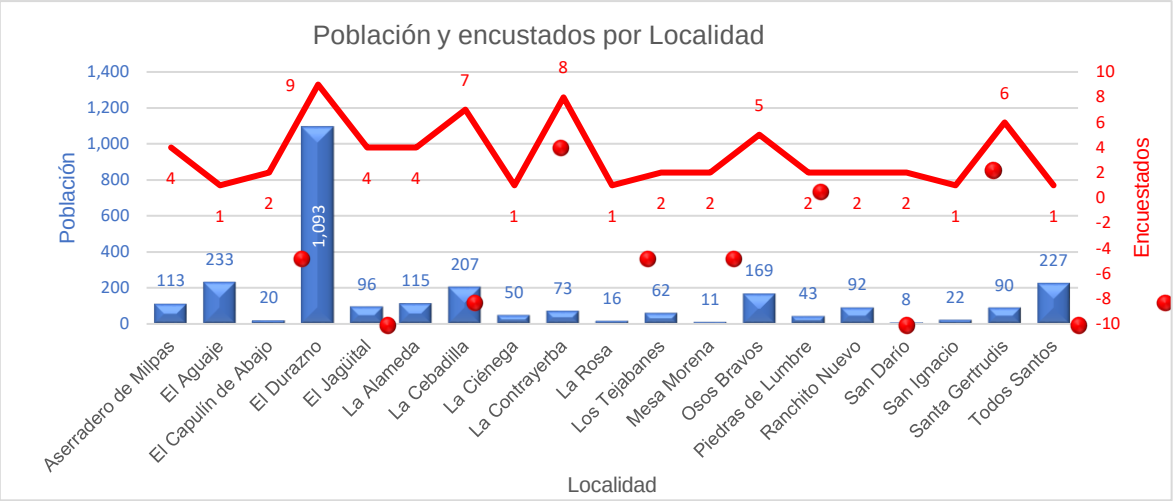


Figura 4. Distribución de población por localidad encuestada municipio de Tamazula Zona Norte.

En la realización de las encuestas se utilizó la aplicación de Desarrollo Rural emitida por el Servicio de Información Alimentaria y Pesquera (SIAP), la cual consta de datos de ubicación, 9 módulos de encuesta y la georreferenciación en campo (Figura 2), los cuales a continuación se enlistan en el orden en el que aparecen dentro de la aplicación:

Los módulos que se utilizaron para ejecutar la metodología del presente fueron los señalados como, datos de productor, unidad de producción, la información correspondiente a los cultivos presentes en los proyectos a desarrollar. Para el caso del PRODETER en cuestión en el caso de que los productores encuestados contaran con cultivos alternativos, es cuando se tomó en cuenta el módulo sobre caracterización de hortalizas, se emplearon también los módulos de caracterización de frutales y cuestionario pecuario.

- AGREGAR DATOS DE PRODUCTOR
- AGREGAR UNIDAD DE PRODUCCIÓN
- AGREGAR CULTIVO AGRÍCOLA
- AGREGAR CARACTERIZACIÓN DE HORTALIZAS
- AGREGAR CARACTERIZACIÓN DE FRUTALES
- AGREGAR ACTIVIDAD APÍCOLA
- AGREGAR CUESTIONARIO PECUARIO

Figura 2. Módulos de encuesta Desarrollo Rural (SIAP 2019)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción agrícola

Dentro de la cosecha, el cultivo con mayor cobertura de siembra es el maíz, con una superficie promedio de 2.1 ha, seguido de manzana con 0.9 ha y la papa y el frijol con 0.3 ha (Figura 3).

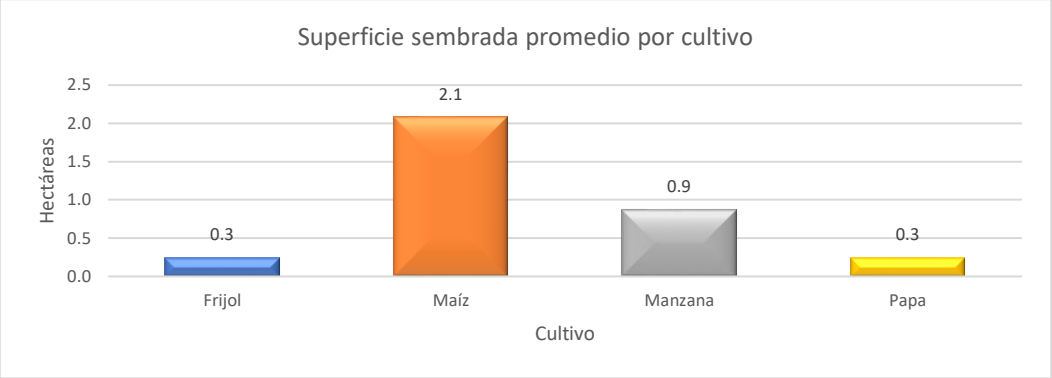


Figura 3. Superficie promedio sembrada por cultivo.

Producción pecuaria

La actividad más importante es la producción de carne (75.0%), seguida de la leche (56.3%) y pie de cría (50.0%), el promedio de cabezas de ganado en hato es de 11.3 (Figura 4).

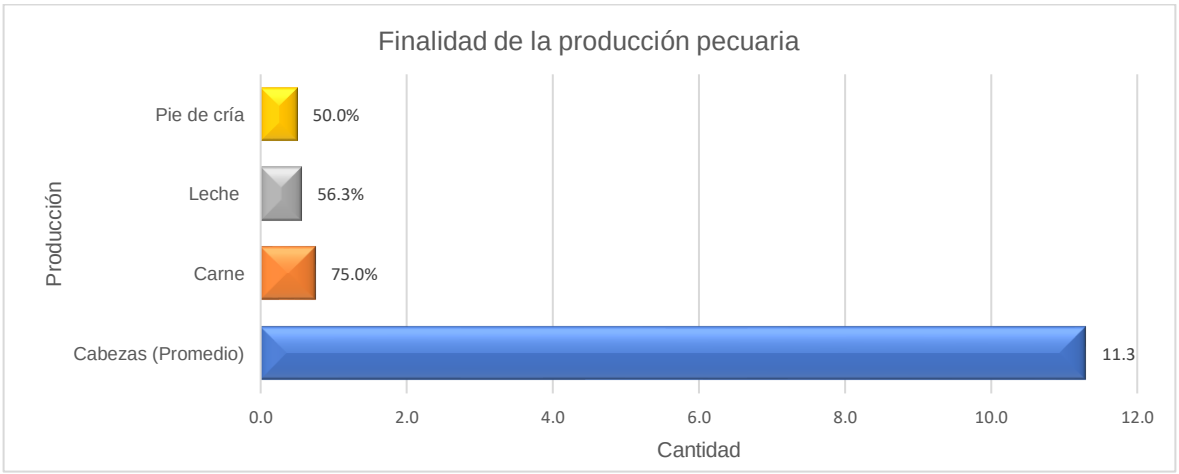


Figura 4. Destino de la producción pecuaria.

Tenencia de la tierra

La tenencia de la tierra es característica importante para la conformación de una posible sociedad de comercialización, 75.0% de los encuestados manifestaron contar con derechos ejidales, 23.4% comunales y 1.6% son pequeños propietarios; de este tipo de distribución 98.4% son dueños de la superficie en la que produce y 1.6% la renta; el tipo de pendiente que

predomina en la superficie es ladera con 48.4%, seguida de plana con 35.9%, ondulada con 14.1% y con menor importancia pendiente fuerte con 1.6% y (Figura 5).

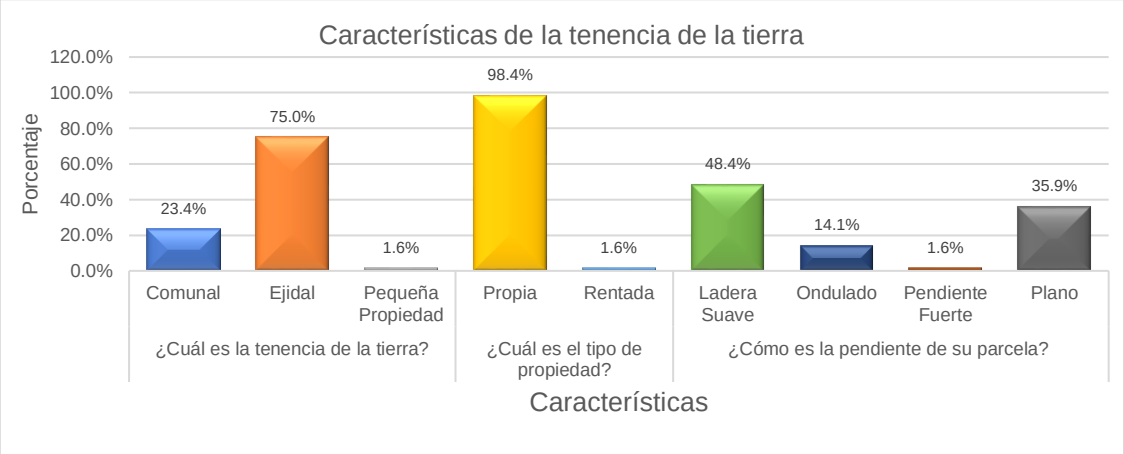


Figura 5. Características de la tenencia de la tierra.

CONCLUSIONES

Para la producción agrícola, utilizan paquetes tecnológicos muy obsoletos, en los que a simple vista se observó que, debido a ello, es que no pueden incrementar sus rendimientos, aún y cuando utilicen semilla mejorada. Emplean fertilizantes que más allá de beneficiarlos en producción les repercutirá negativamente en la fertilidad de los suelos, además que dicha acción, implica una pérdida económica, ya que en un análisis beneficio/costo, dicha adquisición no reditúa en la economía de las UPF. Respecto a los frutales, tiene un amplio desconocimiento sobre el manejo del cultivo; las huertas con las que cuenta, las han obtenido ya sea por herencias familiares, o por recomendación de otros productores. Carecen de adiestramiento acerca de las labores culturales del cultivo en las diferentes etapas del cultivo, lo que repercute en la calidad del producto que obtienen, el cual ya de por sí, les es difícil comercializar, u obtener algún beneficio debido a la distancia y complejidad del territorio. En el tema pecuario la deficiente nutrición del ganado, limita la apertura de una ventana de comercialización. No se realizan prácticas de reproducción adecuadas; la única actividad llevada a cabo en este respecto es la monta libre como control; lo que lleva a tener pocos partos al año con hasta un año entre ellos, poca o nula capacitación, poca disponibilidad de técnicos o expertos y los costos de tecnología como la inseminación artificial, lo que lleva a obtener un bajo número de hembras reproductivas que generen más animales que permitan incrementar el tamaño de sus hatos. La baja producción, el bajo precio en venta y el bajo precio de venta a intermediarios son los principales problemas de comercialización. Se recomienda que respecto a la tenencia de la tierra, podrían aprovechar la forma en la que se encuentran asociados, para así, buscar dar un valor agregado a sus productos, líneas de

comercialización y dejar de necesitar de intermediarios para la comercialización de sus productos.

REFERENCIAS

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI. 2018. Censo de población y vivienda 2015.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI. 2014a. Guía para la interpretación de la cartografía de erosión del suelo escala 1: 250 000 Serie I. INEGI, Aguascalientes, México. ISBN 978-607-739-013-8.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI. Anuario Estadístico del Estado de Durango, Edición 1998.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI. Conteo de Población y Vivienda 1995, Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI. 2017. Panorama sociodemográfico de Durango 2015.

Murray R. Spiegel, M. R., Stephens, L. J. Estadística: Teoría y problemas. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S. A. de C. V. 4ª Edición. ISBN-13: 978-970-10-6887-8. 2008.

Secretaría de Ganadería y Desarrollo Rural (SAGDR). Estado de Durango. Caracterización en cobertura delimitada Municipio de Tamazula. 2018.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. SEMARNAT. Delegación en el Estado. Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales. Unidad de Aprovechamiento y Restauración de Recursos Naturales. Departamento de Servicios Forestales y de Suelos

DIAGNÓSTICO DE MERCADEO DE MAÍZ EN EL MUNICIPIO DE BUSTAMANTE, TAMAULIPAS

MAIZE MARKETING DIAGNOSIS IN THE MUNICIPALITY OF BUSTAMANTE, TAMAULIPAS

Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá-Rico[1*]; Ricardo Avilés-Ruíz[1]

[1]Campo Experimental Las Huastecas, INIFAP, Carretera Tampico-Mante km 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamps. *Autor para correspondencia: alcala.juan@inifap.gob.mx

RESUMEN

La agricultura es importante para el crecimiento de la economía de un país, ya que proporciona oportunidades de empleo a una cantidad considerable de la población. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la comercialización del maíz en el municipio de Bustamante, Tamaulipas. Se realizaron 46 encuestas al azar, representativas de 13 ejidos. Los datos se separaron en categóricos y numéricos; para los primeros se calcularon porcentajes y para los segundos se utilizó estadística descriptiva. El software utilizado fue Excel versión 2019. Al ser pequeños productores, se observaron rendimientos y volúmenes de producción muy bajos en el cultivo de maíz, destinando la mayor parte para autoconsumo. El 58.3 % de los productores prefieren vender sus productos a pie de parcela y consideran que un valor agregado, como la harina, mejoraría el precio de sus productos. En conclusión, existe poca producción de maíz destinada al comercio, por lo tanto, se complica la venta en los mercados. Es recomendable la organización de los productores agrícolas para incrementar los volumenes de producción y eficientar los procesos que conllevan la comercialización.

ABSTRACT

Agriculture is important for the growth of a country's economy, as it provides employment opportunities for a considerable amount of the population. The aim was to characterize the commercialization of corn in the municipality of Bustamante, Tamaulipas. 46 random surveys were carried out, representative of 13 ejidos. The data was grouped into categorical and numerical data; percentages were calculated for the former and descriptive statistics were used for the latter. The software used was Excel version 2019. Being small producers, very low yields and production volumes were observed in the cultivation of corn, with most of it destined for self-consumption. While 58.3% of producers prefer to sell their products on the plot and consider that an added value, such as flour, would improve the price of their products. In conclusion, there is little corn production destined for trade, therefore, the sale in the markets

is complicated. The organization of agricultural producers is recommended to increase production volumes and streamline the processes involved in marketing.

INTRODUCCIÓN

El maíz es un alimento saludable debido a que contiene nutrientes y fitoquímicos benéficos, por lo que debe ser parte de la dieta del ser humano (Rouf *et al*., 2016). Existen en México 3 millones de productores que cultivan maíz blanco, el cual es utilizado principalmente para consumo directo como tortillas, y más de 59 variedades nativas de maíz (criollos) que son el ingrediente principal para alrededor de 600 preparaciones de alimentos. La discrepancia en la producción de maíz en México radica en que el 74 % de la producción es bajo condiciones de temporal, comparada con un 26 % de riego. La mayoría de los pequeños y medianos productores de maíz están operando a menos del 50 % de su potencial. Existen regiones como el Noroeste donde la producción y el rendimiento por hectárea es muy alto (Turrent-Fernández *et al*., 2012). Sin embargo, también existen regiones que son vulnerables, donde la producción es muy baja e incluso nula, dado que la agricultura en estas últimas depende de la cantidad de lluvia (Íñiguez-Covarrubias *et al*., 2014). El destino del maíz proveniente grandes productores es el mercado nacional, en cambio los pequeños productores destinan su producción al autoconsumo, donde se hace uso de los esquilmos para la alimentación de ganado (Viveros-Flores *et al*., 2010). Existen regiones donde la producción agricola no es suficiente para cubrir las necesidades de alimentación, por lo cual se requiere comprar en otros municipios o estados. En el municipio de Bustamante, Tamaulipas, el principal cultivo es el maíz, sin embargo, no existe información sobre sus características de comercialización. El objetivo de este estudio fue determinar e identificar la problemática la comercialización maíz del municipio de Bustamante, Tamaulipas, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se eligieron 13 ejidos con alta marginación del Municipio de Bustamante, Tamaulipas: San Miguel de Waldo, Felipe Ángeles, El Aguacate, Bustamante, Gabino Vázquez, La Joya de Herrera, Las Antonias, El Caracol, Magdaleno Aguilar, San José de las Flores, Las Albercas, La Higuera y El Macuate. Se tomó como población un total de 173 productores beneficiarios del Proyecto de Desarrollo Territorial (PRODETER), de los cuales se realizó un muestreo aleatorio y representativo, de acuerdo con la metodología propuesta por Rojas (1979), siendo 46 el tamaño de la muestra. El trabajo se realizo durante el periodo de enero a marzo del 2020. Las encuestas fueron enfocadas a la comercialización agrícola, utilizando la aplicación

"DESARROLLO RURAL" desarrollada por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). El número de productores que contestaron cada pregunta de la encuesta difirió debido al conocimiento que tenían sobre el tema.

Para datos categóricos se calcularon porcentajes y los datos numéricos se analizaron a través de estadística descriptiva. Se utilizó el programa Excel versión 2019 del paquete Microsoft Office®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el año 2019, el rendimiento promedio de maíz fue de 3.22 t/ha en el estado de Tamaulipas (SIAP, 2019), lo que indicó que el rendimiento promedio de maíz (0.3 t/ha) en los ejidos del municipio de Bustamante fue 90.7 % menor al promedio registrado en el estado, esto pudiera atribuirse a que los cultivos se establecen bajo temporal y no se realizan las prácticas agronómicas de manejo adecuadas. Asi mismo, estos resultados son similares a lo reportado por Ramírez *et al.* (2014), quienes mencionan que el municipio de Bustamante es considerado de bajo potencial de producción agrícola, presentando rendimientos de grano de maíz entre 0.5 y 1 t/ha. El volumen de producción total por productor presentó diferencias de nueve toneladas entre el valor máximo y el mínimo, siendo este valor dependiente del número de hectáreas sembradas. Por otro lado, el precio promedio por tonelada en la central de abastos de Tamaulipas es alrededor de $6,400 (ASERCA, 2020) mayor al valor maximo que se paga en los ejidos, lo cual pudiera deberse a la falta de infraestructura carretera y la distancia entre los ejidos, lo que dificulta la comercialización del grano de maíz en la región. Respecto al consumo/venta del grano de maíz, la mayor parte es para autoconsumo (57.3%), seguido del alimento para ganado (36.6%) y venta (6.1%) (Cuadro 1). Esto coincide con Trigo y Montenegro (2002), quienes realizaron una investigación sobre la demanda y consumo de maíz del año 1994 al 2000, mostrando que el volumen de maíz para autoconsumo es mayor que el destinado para la alimentación de animales.

Cuadro 1. Produccion, venta y consumo de maíz en el municipio de Bustamante, Tam.

Parámetro	Media	Error Estándar	n	Máximo	Mínimo
Rendimiento (t/ha)	0.3	0.07	41	2	0
Vol. de producción (t)	1.8	0.31	41	9	0
Vol. de venta (t)	0.1	0.09	41	3.3	0
Vol. de autoconsumo (t)	0.94	0.21	41	7	0
Vol. destinado ganado (t)	0.6	0.15	41	4	0
Precio ($/t)	4,500	500	2	5,000	4,000

n: número de productores que contestaron la encuesta

La mayor parte de la producción de maíz se comercializa principalmente de forma local y el 40% se realiza en el mercado municipal (Figura 1A). Por otro lado, la mayoría de los productores prefieren vender sus productos agrícolas a pie de parcela (Figura 1B), lo cual implica la venta a intermediarios, quienes acopian la producción de distintas comunidades hasta obtener el volumen requerido para llevarlo a mercados de la región (Moo *et al.*, 2015). El resto de los productores lo llevan al mercado impidiendo intermediarios pudiendo obtener mayores ganancias.

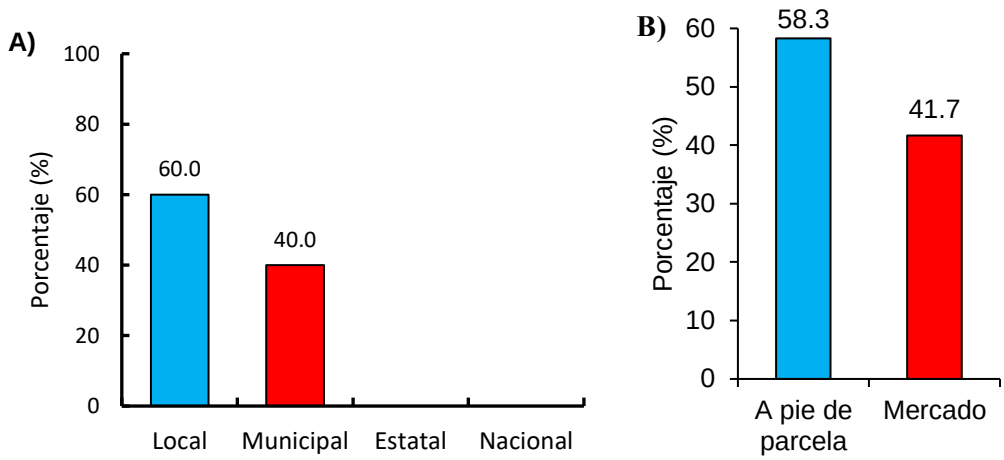


Figura 1. Venta de maíz en los diferentes mercados (A) y lugar donde realiza la venta de los productos agrícolas (B).

En cuestión del manejo post-cosecha de maíz, para los servicios de traslado (Flete) existió un rango de 300 a 1,500 pesos por tonelada, debido probablemente a la distancia y lugar donde se destina el producto. El almacenamiento es el proceso de mayor importancia, puesto que de ello depende la capacidad de satisfacer a los consumidores todo el año y también de asegurar la semilla para la siembra del siguiente ciclo. Aquí se observó una diferencia de acuerdo con el costo por tonelada. Se obtuvo una homogeneidad en los costos de la limpieza, lo que indicó que los productores realizan las mismas labores para eliminar las impurezas y así reducir el deterioro y aumentar el tiempo de almacenamiento (Abadía y Bartosik, 2013). El secado implicó un costo mínimo (Cuadro 3), debido a que la radiación solar desempeña un papel importante en esta actividad, lo cual prolonga la vida de los productos tanto para consumo animal como humano (Calvo *et al.,* 2015).

Así mismo, más de la mitad de los productores (52.8%) consideraron que transformar los granos en harina, es decir, agregar valor agrgado a la cadena de producción, incrementaría sus ingresos. Canto (2013), menciona que la cadena de valor industrial se define como el conjunto interrelacionado de actividades de una organización empresarial que le dan valor a

un producto. Estas cadenas de valor han permitido a los productores generar mayores ingresos y conservar *in situ* sus maíces criollos (Hellin *et al*., 2013).

Cuadro 3. Costos de los procesos de postcosecha de los productos agrícolas en el municipio de Bustamante, Tam.

Procesos	Media	Error estándar	n	Máximo	Mínimo
Flete ($/t)	767	371	3	1,500	300
Almacenamiento ($/t)	1,438	359	4	2,000	500
Limpieza ($/t)	100	2	3	100	100
Secado ($/kg)	3.5	1.5	2	5	2

n: número de productores que contestaron la encuesta

El 43.2 % de los productores consideró que el precio del maíz fue regular en las últimas ventas, por otro lado, el 40.5 % consideraron que fue malo y el 16.2 % mencionaron que fue bueno (Figura 5A). Los bajos precios de sus productos agrícolas puede ser debido a los intermediarios, a la falta de organización entre los productores para darle un valor agregado, poco poder de negociacion y comercialización (Rodríguez, 2013).

El 41.3% de los productores consideran que los centros de acopio ayudarían a incrementar sus ingresos de acuerdo con sus productos agrícolas, seguido del abastecimiento de insumos, manufactura de valor agregado y la obtención de central de maquinaria (Figura 5B). Los centros de acopio son fieles representantes de la economia del pequeño poductor, facilitan el acceso al mercado recibiendo un mejor pago de acuerdo a su ciclo de producción (Ríos, 2007).

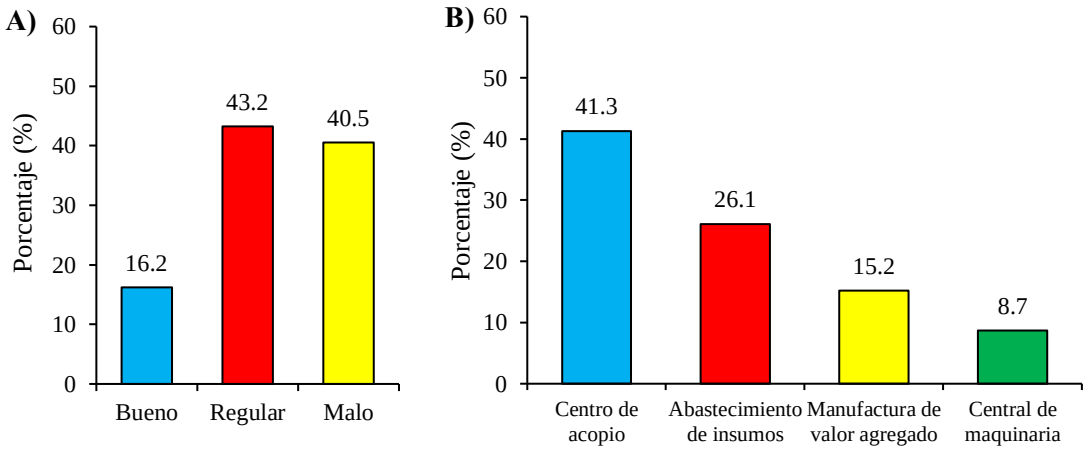


Figura 5. Opinión del precio del producto agrícola al momento de la venta (A) y empresas de integración económica que aportarían mayor ingreso de los productos agrícolas (B).

CONCLUSIÓNES

Se caracterizó la comercialización del maíz en el del municipio de Bustamante, Tamaulipas, México. La zona no es productora de maíz con venta de excedentes, ya que su principal objetivo es para autoconsumo. Es recomendable la organización de los productores agricolas para incrementar el volumen de producción destinado al comercio y eficientar los procesos referentes la comercialización.

REFERENCIAS

Abadía, B. y Bartosik, R. (2013). Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos. Hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria. Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA. 94 p.

ASERCA. 2020. Maíz, Reporte diario de precios de contado en diversos Mercados Internacionales. Disponible en: https://info.aserca.gob.mx/fisicos/fisico.asp?de=maiz

Calvo, G. D., Mesa, Y. M. y Ruíz, C. C. T. (2015). Influencia del color y forma del colector solar en el secado de semillas de soya. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 24:62-67.

Canto, J. V. (2013). La cadena de valor como herramienta de gestión para una empresa de servicios. Industrial Data, 16(1):17-28.

Hellin, J., Keleman, A., López, D., Donnet, L. y Flores, D. (2013). La importancia de los nichos de mercado: Un estudio de caso del maíz azul y del maíz para pozole en México. Revista fitotecnia mexicana, 36:315-328.

Íñiguez-Covarrubias, M., Ojeda-Bustamante, W., Díaz-Delgado, C. y Sifuentes-Ibarra, E. (2014). Análisis de cuatro variables del período de lluvias asociadas al cultivo maíz de temporal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5(1):101-114.

Moo, X. F. J., Brito, E. E. E. y Cuevas, A. V. B. (2015). Caso de estudio de la producción y comercialización de Sandía de la comunidad de Puerto Arturo, Quintana Roo. In: Pasado, presente y futuro de las regiones en México y su estudio. México: Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C. 17 p.

Ramírez, Z. R., Santillán, J. A. L., Encinia, F. B., Castillo, M. D. C. M., & Fuentes, S. E. V. (2014). Situación actual de los sistemas de producción de grano de maíz en Tamaulipas, México. *Investigación y Ciencia*, *22*(62), 69-75.

Ríos, N. S. (2007). Estrategias de sobrevivencia campesina: el caso de los centros de acopio lecheros en la región de Los Lagos, Chile. Revista de Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario, 10, 25-38.

Rodríguez, C. A. A. (2013). ¿Puede la asociatividad contrarrestar la influencia que ejercen los intermediarios en los precios de los productos agrícolas cultivados por pequeños productores?. Revista Gestión y Región, 16:41-58.

Rojas, S. R. (1979). Guía para realizar investigaciones sociales. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. México: Universidad Autónoma de México. 271 p.

Rouf, S. T., Prasad K. y Kumar P. (2016). Maize-A potential source of human nutrition and health: A review. Cogent Food y Agriculture, 2:1-9.

SIAP. (2019a). Avances de siembras y cosechas. Resumen nacional por estado. Riego y temporal, maíz grano. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do

Trigo, Y. M. y Montenegro, J. L. (2002). El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. Análisis Económico, 17(36):281-303.

Turrent-Fernández, A., Wise, T.A. and Elise-Garvey E. (2012). Achieving Mexico's Maize Potential. Global development and environment institute working paper no. 12-03. Disponible en: http://www.ase.tufts.edu/gdae/publications/working_papers/index.html

Viveros-Flores, C., Gil-Muñoz, E., López, A., Ramírez-Valverde, P. A., Guerrero-Rodríguez, B. y Cruz-León, J. D. (2010). Patrones de utilización del maíz en unidades de producción familiar del valle de Puebla, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 12:471-484.

DIAGNÓSTICO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DEL NOGAL PECANERO EN GENERAL ZARAGOZA, NUEVO LEÓN, MÉXICO

DIAGNOSIS OF THE PECAN NUT CROP PRODUCTION IN GENERAL ZARAGOZA, NUEVO LEÓN, MÉXICO

Sandra Patricia Maciel-Torres[1], Iván Franco-Gaytán[2], Emilia Raquel Pérez-Evangelista[3], Carlos Miguel Ramos-Cruz[1]

[1]Campo Experimental, General Terán-INIFAP, Km 31, Carretera Montemorelos-China, General Terán, Nuevo León, México. C.P. 67400. [2]Campo Experimental La Laguna-INIFAP, Matamoros, Coahuila, México. CP. 27440. [3]Técnico auxiliar de Investigador del Campo Experimental, General Terán, INIFAP. maciel.sandra@inifap.gob.mx

RESUMEN

El nogal pecanero es uno de los cultivos de mayor rentabilidad en la agricultura de México; sin embargo, su productividad es baja debido a un mal manejo en algunos componentes del sistema de producción como la nutrición, sanidad, riego y comercialización. El objetivo del presente estudio fue detectar posibles áreas de mejora en el sistema de producción del cultivo de nogal para incrementar su rentabilidad en el municipio de General Zaragoza, Nuevo León. Se utilizó una encuesta semiestructurada diseñada por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Se realizaron 52 encuestas, y se identificaron dos áreas de mejora. La primera, ejecutar un programa de fertilización adecuado y oportuno; lo anterior, debido a que los productores en su mayoría omiten la fertilización, o si la realizan es sin la referencia de los análisis de suelo, agua o planta. La segunda área contempla ejecutar un programa fitosanitario que controle las principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo y reducen su rentabilidad, así como la calidad de la cosecha. La mejora en las dos áreas antes mencionados podría incrementar la productividad del cultivo de nogal en el municipio de General Zaragoza, Nuevo León.

ABSTRACT

Pecan nut cultivation is one of the most profitable in agriculture in Mexico; however, due to low productivity, it is necessary to locate areas for improvement in the production system such as nutrition, health, irrigation or marketing. The objective of the present study was to detect these areas through a diagnosis of pecan nut crop in General Zaragoza, Nuevo León. A semi-structured survey was designed by The Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. 52 surveys were conducted. As a result of the diagnosis, two areas for improvement were identified. The first is to execute an adequate and timely fertilization program; the above, because the farmers mostly omit fertilization, or if they do it, it is without soil, water or plant

analysis. The second area contemplates executing a sanitary program that responds to existing problem. The improvement in the two aforementioned aspects could increase the productivity of pecan nut crop in General Zaragoza, Nuevo León.

INTRODUCCIÓN

En México, el 93% de la superficie sembrada con nogal pecanero se localiza en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Sonora y Nuevo León (Orona *et al*., 2019). En este último, la superficie plantada permanece sin cambios, aunque se ha registrado un incremento en su producción. Uno de los factores que incentivan la expansión del cultivo es su mercado internacional, ya que alrededor del 70% de la producción nacional se exporta, principalmente a Estados Unidos de América, y China. A pesar de la alternancia de producción, este cultivo se sostiene como uno de los de mayor rentabilidad en la agricultura de México. Entre los factores que mayor impacto tienen en los costos de producción destacan el control de plagas, enfermedades de la raíz y el follaje, así como la fertilización (Tarango, 2007). El riego carece de impacto de forma importante en los costos de producción; sin embargo, representa la mayor amenaza en la sostenibilidad e incremento de la superficie del cultivo en virtud a una demanda creciente de agua y a su limitada disponibilidad (Allen *et al*., 2007).

Por otro lado, en 2019 la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) implementó programas de apoyo en municipios de marginación alta a muy alta, uno de estos programas fue el denominado “Proyectos de Desarrollo Territorial (PRODETER)”, a través de los cuales se busca incrementar la productividad agropecuaria en las zonas rurales del país. En este contexto, el municipio de General Zaragoza fue seleccionado para participar en dicho programa; además el cultivo de nogal en la región se clasificó como el de mayor probabilidad de incrementar su rentabilidad al mejorar las tecnologías y técnicas con las cuales se produce.

El objetivo del presente estudio fue realizar un diagnóstico productivo del cultivo de nogal en el municipio de General Zaragoza, Nuevo León, para identificar áreas de mejora en el sistema de producción que permita incrementar la productividad de las huertas establecidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diagnóstico se realizó en el municipio de General Zaragoza, Nuevo León. La temperatura máxima anual en el municipio es de 24.5° C, con una mínima de 10° C, la precipitación media anual corresponde a 639.25 mm.

El diagnóstico se realizó mediante una encuesta semiestructurada diseñada por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, disponible a través de una aplicación digital, la cual se instaló en teléfonos móviles con sistema operativo Android. La encuesta se aplicó a

una muestra de los integrantes del grupo PRODETER "Productores Unidos de San José del Río Blanco" del municipio de General Zaragoza, N.L. Se realizaron 52 encuestas, las cuales estaban estructuradas en seis módulos: 1) Datos del productor, 2) Datos de la unidad de producción, 3) Información sobre cultivos agrícolas, 4) Caracterización de frutales, 5) Infraestructura, maquinaria y equipo y 6) Comercialización.

Para el análisis de la información, se obtuvieron las frecuencias con los cuales se calcularon los porcentajes a través del programa Excel de Microsoft.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 93% de los productores desarrollan su actividad sin estar inscritos a alguna organización de producción, el 7% que pertenece manifestó que los beneficios que obtienen a través de dicha asociación es para hacer una comercialización de sus productos de una manera eficiente o para adquirir insumos a menor precio. Es importante señalar que el total de productores carece de financiamiento para realizar su producción. La organización de productores y el financiamiento de las huertas son elementos importantes para el incremento de la productividad; al respecto, esquemas de financiamiento, en particular, para pequeños productores, además de diversas formas de organización donde se tome en cuenta el tamaño de las huertas podrían generar economías de escala en la producción y comercialización de la nuez y con ello incrementar la productividad del cultivo (Espinoza *et al*., 2019).

El tipo de propiedad de la tierra es pequeña propiedad (86%) y tierras ejidales (14%). La superficie de las huertas oscila entre 1 y 5 hectáreas; no obstante, el 90% tiene 1 (37%) o 3 (53%) hectáreas. Los terrenos van desde planos (50%), laderas suaves (32%) hasta pendiente fuerte (18%). La superficie de las huertas de nogal en esta región es similar a las superficies clasificadas como de pequeños productores en la Comarca Lagunera, donde existe una superficie promedio de 2.28 ha por productor (Cervantes *et al*., 2018); esto se explica debido a que la encuesta en el presente estudio fue dirigida a productores del estrato E1 de acuerdo con la clasificación de SADER (DOF, 2017).

Únicamente el 39% de los productores recibe asesoría técnica, esta proviene de otro productor (23%) o de técnicos (16%). Dicha situación es común en pequeños productores, ya que en estratos más altos de producción se recibe mayor asesoría técnica. Al respecto, en huertas de nogal de la Comarca Lagunera, sólo el 40 % de los productores clasificados como pequeños recibieron asesoría técnica, mientras que los medianos y grandes productores en su totalidad recibieron asesoría (Cervantes *et al*., 2018).

El 57 % de los productores de nogal realiza al menos una práctica cultural dentro de las huertas. Al respecto, realizan desvare y limpieza (32%), trazado de huerta (18%) y nivelación

(4.5%). La gran mayoría de productores carecen de maquinaria agrícola (84%), debido a que son elevados los costos de la maquinaria, su operación y mantenimiento. El equipamiento con el que cuentan es mínimo: yunta (59%), mochila de aspersión (50%) y en el menor de los casos arado (23%) y tractor (6%). Esto coincide con la situación de las huertas de nogal en la Comarca Lagunera (Cervantes *et al*., 2018), y Chihuahua (López *et al*., 2011); además es independiente al tamaño de las huertas (Cervantes *et al*., 2018). Asimismo, el equipo con el que se cuenta son modelos atrasados (López *et al*., 2011), por lo que es importante promover inversiones encaminadas a la renovación del equipo e implementos en las huertas de nogal.

En todas las huertas se utiliza sistema de riego el cual es por gravedad; la fuente es el agua es de río. Se hace un riego por mes con una duración de 12 a 24 horas. El uso del agua de río minimiza los costos de producción del cultivo y favorece el suelo que se irriga con el acarreo de materia orgánica disuelta en el agua, lo que pudiera mejorar las propiedades físicas del suelo (Cervantes *et al*., 2018).

En su mayoría las huertas se encuentran en producción (68%) o en desarrollo (29%) y en menor grado son nuevas (3%). Lo anterior está en línea con la edad promedio de los árboles, ya que el 45% tienen una edad de alrededor de 20 años. Esto coincide con la edad promedio de nogales en Hermosillo, Sonora, Jiménez, Chihuahua y La Comarca Lagunera, en Durango, y Coahuila, donde se encuentran árboles en una edad promedio de 27 años (Orona *et al*., 2019). Es importante considerar que el tamaño de la nuez tiende a disminuir en los árboles de mayor edad, por lo que es necesario contar con planes de renovación en las huertas (Arreola *et al*., 2002).

La variedad de nogal que predomina es la “Wichita”, la cual, es preferida por los productores de Zaragoza, Nuevo León, de acuerdo con sus respuestas indican que presenta vigor, resistencia a enfermedades y valor económico mayor en el mercado; ésta y la Western son las dos variedades principales cultivadas en México (Orona *et al*., 2019).

El 98% de los encuestados realiza control de malezas (únicamente controlan hierbas anuales y pastos) de forma manual; lo anterior en contraste con el bajo control de plagas, ya que el 56% no lo realiza; el resto, lo efectúan por medios químicos. Principalmente controlan pulgón amarillo. No obstante, las plagas y enfermedades que atacan al cultivo del nogal son diversas. Por ejemplo, en la región pudieran existir insectos plaga entre las cuales se encuentran el gusano barrenador del ruezno (*Cydia caryana*), el gusano barrenador de la nuez (*Acrobasis nuxvorella*), el barrenador ambrosial de la madera (*Euplatypus segnis*) y un complejo de pulgones entre los que destacan el pulgón gigante (*Longistigma caryae*), pulgón amarillo (*Monelliopsis pecanis*) y pulgón amarillo de márgenes negros (*Monellia caryella*) (Quiñones,

2010). Asimismo, para realizar un control efectivo se debe tomar en cuenta el umbral económico, la dinámica poblacional de las plagas y su nivel de infestación (Quiñones, 2010). Por lo tanto, es necesario realizar estudios en la región orientados a determinar los indicadores anteriores. Adicionalmente, es necesario tomar en cuenta que las condiciones ambientales sean favorables. Entre los factores meteorológicos que afectan la efectividad de los productos aplicados se encuentra la velocidad del viento y la deriva de producto que ocasiona. Los períodos de tiempo favorables para realizar una aplicación son temprano por la mañana o por la tarde (Quiñones, 2010).

Únicamente el 32% de los encuestados realiza fertilización, la cual es a través de abono orgánico (estiércol de cabra) o urea; dicha actividad la realizan entre los meses de noviembre a enero. El total de los productores encuestados manifestaron que omiten realizar algún tipo de análisis de suelo, foliar o agua. Esto provoca que la fertilización se aplique sin referencias técnicas. Para que los árboles de nogal se desarrollen y produzcan rendimientos altos y calidad de nuez, deben ser fertilizados con nitrógeno (N), que es el nutrimento de mayor demanda y volumen de aplicación en huertos de nogal pecanero (Amiri *et al*., 2008).

CONCLUSIÓNES

Las áreas de mejora en el sistema de producción de nogal pecanero son: un adecuado y oportuno programa de fertilización y un programa fitosanitario de manejo integrado que contemple la totalidad de las plagas y enfermedades que se presentan en la región. La mejora en los dos aspectos antes mencionados, podría incrementar la productividad del cultivo de nogal en el municipio de General Zaragoza, Nuevo León.

AGRADECIMIENTOS

A los productores que conforman el PRODETER “Productores Unidos de San José del Río Blanco” del municipio de General Zaragoza, Nuevo León, por todas las disposiciones otorgadas para realizar este estudio. Al financiamiento de la SADER a través del proyecto de investigación “Proyectos de diagnóstico, transferencia de tecnología y soporte técnico para atender necesidades de los PRODETER” con numero: 134224082.

REFERENCIAS

Allen, R.G., M. Tasumi and R. Trezza. (2007). Satellite-based energy balance for mapping for evapotranspiration with internalized calibration. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 133(4): 380-394.

Amiri, M., Fallahi, E. and Golchin, A. (2008). Influence of foliar and ground fertilization on yield, fruit quality, and soil, leaf, and fruit mineral nutrients in apple. *Journal of Plant Nutrition* 31:515–525.

Arreola A., J. G., Lagarda M., A. y Medina M., M. D. (2002). Tecnología de producción en nogal pecanero. Primera edición. INIFAP. Campo Experimental La Laguna, Matamoros, Coahuila. Libro técnico núm. 3. 222 p.

Orona C., I., Jarquín, D. M. S., Vázquez, M. G. C., Arellano, J. D. J. E., y Moreno, J. H. N. (2019). La producción y comercialización de nuez pecanera en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *10*(8), 1797-1808.

Cervantes-Vázquez, M. G., Orona-Castillo, I., Vázquez-Vázquez, C., Fortis-Hernández, M., y Espinoza Arellano, J. D. J. (2018). Análisis comparativo de huertos de nuez pecanera (*Carya illinoensis* Koch en la Comarca Lagunera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *9*(1), 25-35.

Diario Oficial de la Federación (DOF) (2017). Acuerdo por el que se dan a conocer las reglas de operación del programa de concurrencia con las entidades federativas de la Secretara de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación para el ejercicio 2017. Consultado en agosto de 2020 a través de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5468354

Espinoza A., J. D. J., Cervantes V., M. G., Orona C., I., Molina M., V. M., Guerrero R., L. A., y Fabela H., A. M. (2019). Factores socioeconómicos para mejorar la producción y comercialización de la nuez pecanera en la Comarca Lagunera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *10*(3), 551-561.

López, D. J., Arras, V. A. M., Salas, G. M., Aguilar, V. A., Robles, H. L., Villalobos, P. E. y Rodríguez, A. A. (2011). Rentabilidad del nogal pecanero bajo sistemas de producción de mediana tecnología en Delicias, Chihuahua. *Revista Mexicana de Agronegocios,* 29(2):720-732.

Quiñones, L.S. (2010). Tecnología para la aplicación de plaguicidas en nogal. Memorias del XI Simposio Internacional de Nogal Pecanero. INIFAP. Hermosillo, Sonora, México. 105-110 p.

Tarango R.S.H. (2007). Manejo del nogal pecanero con base en su fenología. Folleto Técnico No. 24. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 39 p.

DIAGNOSTICO TÉCNICO-PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE NOPAL VERDURA, EN EL SUR DE TAMAULIPAS

TECHNICAL-PRODUCTIVE DIAGNOSIS OF VEGETABLE NOPAL CROP, IN THE SOUTH TAMAULIPAS

Ávila-Valdez, Joel[1*]; Felipe-Victoriano, Moisés[1]; Alcalá-Rico, Juan Samuel Guadalupe Jesús[1]; Barrón-Bravo, Oscar Guadalupe[2]

[1]Unidad Académica Multidisciplinaria Mante, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Av. Juárez, Jardín, C.P. 89840 Ciudad Mante, Tamaulipas. México. [2]Campo Experimental Las Huastecas, INIFAP-CIRNE, Carretera Tampico-Mante km 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas. Autor principal: *javaldez457@hotmail.com

RESUMEN

El centro de México y la región del Caribe, es centro de origen del nopal, una planta con alta adaptabilidad y resistencia a la sequía. El objetivo de este trabajo fue caracterizar el sistema productivo del nopal en la huasteca, Tamaulipeca. Para ello se realizó un diagnostico técnico-productivo, en las unidades de producción familiar (UPF) de productores pertenecientes, a el proyecto PRODETER “Productores de La Huasteca Tamaulipeca”. La producción de nopal verdura se realiza exclusivamente a campo abierto en temporal. La mayor parte de los cultivos (67.85 %), están establecidas en pendientes suaves y pronunciadas. Se siembran únicamente las variedades Imperial y Michigan. El 67 % de los encuestados tienen más de 20 años como productor de nopal. El 57.15 % de las UPF se encuentran bajo el sistema ejidal; el 28.57 % tienen establecidas sus huertas en terrenos de pequeña propiedad; el 7.14 % de los encuestados tiene sus unidades de producción en terrenos con toma de posesión, el 3.57 % tiene huertas en terrenos rentados y un 3.57 % en terrenos al partido. Los principales problemas que se presentan en la región, son la falta de asistencia técnica, problemas fitosanitarios, problemas de nutrición del cultivo y la comercialización de la producción. Los rendimientos en la región de nopal verdura son muy bajos respecto a la media nacional; para incrementar la producción se deben proporcionar asesoría técnica, cursos de capacitación y transferencia de tecnología en las UPF.

ABSTRACT

The central Mexico and the Caribbean region is the center of origin of the nopal, a plant with high adaptability and resistance to drought. The objective of this work was to characterize the nopal productive system in the Huasteca, Tamaulipeca. For this, a technical-productive diagnosis was carried out in the family production units (UPF) of producers belonging to the PRODETER project “Productores de La Huasteca Tamaulipeca”. The production of prickly pear cactus is done exclusively in the open field in temporary. Most of the crops (67.85%) are established on smooth and steep slopes. Only Imperial and Michigan varieties are sown. The

67% of those surveyed have been a nopal producer for more than 20 years. 57.15% of UPFs are under the Ejido system; 28.57% have established their orchards on small property lands; 7.14% of those surveyed have their production units on land with taking possession, 3.57% have orchards on rented land and 3.57% on land belonging to the party. The main problems that arise in the region are the lack of technical assistance, phytosanitary problems, crop nutrition problems and the commercialization of the production. Yields in the of prickly pear cactus region are very low compared to the national average; to increase production, technical advice, training courses and technology transfer must be provided at UPF.

INTRODUCCIÓN

El centro de origen del nopal es México y la región del Caribe (Russell y Felker 1987). En nuestro país existe una gran biodiversidad, se tiene estimadas 104 especies de las cuales 34 son endémicas (Bravo y Hollis, 1978). El nopal es un cultivo importante, ya que satisface parte de las necesidades alimentarias y representa una fuente de ingresos (Becerril y Valdivia, 2006). Como alimento es una fuente importante de fibra, hidrocoloides, pigmentos, Ca, K, y vitamina C; compuestos muy apreciados para una dieta saludable (Sáenz, 2006). Este cultivo se puede desarrollar en la mayoría de las condiciones climáticas del país, se adapta en zonas con poca agua, en zonas desérticos y semidesérticos, convirtiéndolo en un cultivo que se puede explotar a lo largo del país (Reyes *et al*., 2005). El nopal es una planta con alta adaptabilidad y resistencia a la sequía, suelos con pocos nutrientes y expuestos a erosión (Guzmán *et al*., 2007). En condiciones de riego el cultivo puede alcanzar un rendimiento en producción que van hasta las 100 t/ha^{-1} (Orona *et al*., 2003). El estado de Tamaulipas se presentan las condiciones adecuadas para su producción, sin embargo, la superficie sembrada es menor a 1000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 6.46 t/ha^{-1} (Castillo, 2016). Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar el sistema productivo del nopal en la huasteca Tamaulipeca e identificar los principales problemas técnicos que limitan la producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un diagnostico técnico-productivo, a productores pertenecientes a el proyecto PRODETER “Productores de La Huasteca Tamaulipeca”; en tres municipios del estado de Tamaulipas. La población objetivo con la que se trabajo fue un total de 149 productores de la cabecera municipal de Gómez Farías, y los Ejidos Nuevo Pensar del Campesino (Gómez Farías), El Guayabo, La Libertad, Santa Fe, El Peñón (Llera de Canales) y de Vicente Guerrero (Xicoténcatl) (Figura 1)**.** De acuerdo al modelo propuesto por rojas (1979), se tomó una muestra al azar del 37 % de los productores. Las entrevistas constaron de 65 preguntas,

dividiéndose en los siguientes apartados: identificación del productor, caracterización de la unidad de producción familiar, caracterización técnico-productiva y comercialización. Posteriormente se realizaron visitas a las unidades de producción familiar de cada productor para detectar y corroborar las problemáticas. Con los datos de las encuestas se generó una base de datos, los cuales se organizaron para comparar la información. Los resultados se presentaron a través de gráficos de barras y circulares. El software utilizado fue Excel de la paquetería de Microsoft Office.

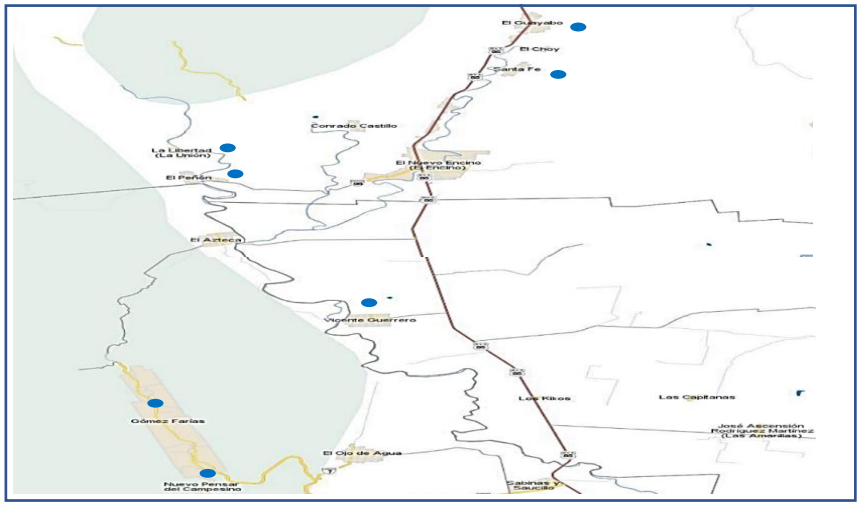


Figura 1. Ubicación de las localidades objetivo de estudio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de nopal verdura en la región se realiza exclusivamente a campo abierto bajo condiciones de temporal. El 78.58 % de los productores encuestados mencionó, que se dedican a otras actividades agrícolas, como la producción de maíz, frijol, frutales y otras hortalizas. El 21.42 % se dedica a la ganadería principalmente de bovinos a baja escala. En los sistemas de producción agrícola en ejidos con alta marginación, los productores diversifican sus cultivos, debido a que buscan nuevas opciones de producción, para la obtención de ingresos a partir de otros cultivos y romper la estacionalidad del ingreso anual si se depende de un solo cultivo (Aguirre *et al*., 2016). Lo anterior concuerda con lo observado en los ejidos objetos de estudio.

Nivel de estudios y años de productor

El 50 % de los productores cuenta con estudios de primaria o primaria trunca, por lo que todos saben leer y escribir, el 39.29 % cuenta con estudios de secundaria y el 10.71 % tiene estudios

de educación media superior. Esto coincide con Uzcanga *et al.* (2015) quienes mencionan que la mayoría de productores del sistema producto maíz, en el estado de Campeche tienen estudios de primaria, con una media de cinco años de escolaridad. Respecto a los años como productores de nopal el 10.71 % tiene menos de 10 años de dedicarse al cultivo, el 21.43 % tiene de 11 a 20 años como productor, el 28.57 % tienen entre 21 y 30 años como productor y el 39.29 % tiene más de 30 años de dedicarse a esta actividad (Figura 2a). Cabe resaltar que hay dos productores de nopal que se han dedicado a esta actividad por más de 50 años. En comunidades campesinas la mayor parte de los productores tienen una edad superior a los 50 años, productores de mayor edad, puede influir negativamente al retrasar los procesos de transferencia de tecnología, para mejorar la producción en sus sistemas agrícolas (Baltazar *et al*., 2011).

Tenencia de la tierra y pendiente del terreno

De los encuestados el 57.15 % mencionó que sus UPF, se encuentran bajo el sistema ejidal; el 28.57 % tienen establecidas sus huertas en terrenos de pequeña propiedad; el 7.14 % de los encuestados tiene sus unidades de producción en terrenos con toma de posesión, el 3.57 % tiene huertas en terrenos rentados y un 3.57 % en terrenos al partido (Figura 2b). Los terrenos donde están establecidas las huertas de nopal el 14.29 % son planas o con un muy bajo desnivel que no se aprecia a simple vista; el 17.86 % se encuentran en terrenos ondulados; un 60.71 % se encuentran en ladera suave y el 7.14 % se encuentran en pendientes fuerte. La razón de que un alto porcentaje de huertas se encuentren terrenos accidentados, se debe a que los municipios de Gómez Farías, Llera de Canales y Xicoténcatl, se encuentran en cañones y estribaciones de la sierra madre oriental y la sierra de Tamaulipas. El cultivo de nopal en este tipo de terrenos, se desarrolla sin dificultad, debido a que las raíces pueden penetrar en suelos compactados y pedregosos, por lo que es recomendable sembrar las pencas en hendiduras naturales del terreno (Rodríguez, 1985; Muro *et al*., 1993).

Densidad de plantación y Variedades

Los productores siembran el nopal a una densidad de plantación de 15,000 plantas/ha. Lo anterior concuerda con lo reportado por Blanco *et al*. (2009), quienes mencionan que la densidad más común para la siembra de nopal es de 17,000 plantas/ha**.** Las variedades que se siembran son dos; la variedad Imperial la cultiva el 89.29 % de los productores y la variedad Michigan la siembra un 3.57 %. El 7.14 % de los productores dijo no conocer el nombre de la variedad que cultivan (Tabla 1). El nopal verdura de la variedad Imperial, responde favorablemente al manejo intensivo en Tamaulipas, este cultivar se caracteriza por tener poca

espina y un color verde obscuro, similar a las variedades Copena V1 y F1, Villanueva, Milpa alta e Italiano (Díaz *et al*., 2014).

Asesoría técnica

El 35.71 % de los productores encuestados mencionó que no cuentan con asistencia técnica y el 64.29 % de los productores si recibe asesoría técnica (Cuadro 1). Esta asesoría proviene en igual porcentaje de amigos (17.86 %), proveedor de insumos (17.86 %), gobierno (17.86 %) y brigadas de asesoramiento (10.71). La asesoría técnica en las UPF, es escasa e insuficiente para mejorar la producción y cumplir con las normas de calidad; muchas veces esta asistencia técnica es proporcionada por empresas privadas y asociaciones civiles (Medina *et al*., 2016: Hernández *et al*., 2018).

Cuadro 1. Variedades de nopal verdura, asesoría técnica y principales plagas.

Variedad	%	Asesoría técnica	%	Principales plagas	%
Imperial	89.29	Cuenta asesoría técnica	64.29	Cochinilla	47
Michigan	3.57	No cuenta con asesoría técnica	35.71	Caracoles	25
Otro	7.14			Chinches	21
				Lepidópteros y ortópteros	7

Nutrición de cultivos y problemas fitosanitarios

El 100 % de los productores encuestados mencionó que no realizan análisis de suelos, no obstante, aplican fertilizantes de manera tradicional, al voleo. Entre los fertilizantes que usan está el sulfato de amonio, triple 17, urea y fertilizante orgánico. Actualmente se conoce muy poco sobre los requerimientos nutricionales del nopal; en un estudio realizado en 2010, se menciona que para una población de 10,000 plantas/ha se requiere una disponibilidad de 237, 71, 1124, 954 y 417 kg/ha de N, P, K, Ca y Mg. Con la aplicación de estas dosis de fertilizantes se pueden obtener rendimientos de al menos 564 t/ha de materia fresca (Valdez-Cepeda *et al*., 2009).

El manejo fitosanitario en las huertas se realiza principalmente hacia el control de malezas, el 67.86 % aplica un control químico y el 32.14 % practica exclusivamente el control manual en sus unidades de producción. Respecto a las plagas, los productores mencionaron que han tenido problemas con la cochinilla del nopal (*Dactylopius coccus, D. indicus*), caracoles (*Helix* sp.), chinches (*Chelinidea tabulata*, *Hesperolabops gelastops*) y algunos lepidópteros (*Olycella nephelepsa*-Palomilla) y ortópteros (Grillos y chapulines) (Tabla 1). Para el caso de enfermedades, los principales problemas observados son en relación a enfermedades fúngicas que ocasionan la enfermedad de mancha negra o pedrada. Los resultados concuerdan con lo reportado por González *et al*. (2016); Jaramillo y Calva, (2017). El control

fitosanitario aplicadas correctamente en las UPF, pueden mejorar la producción y son un indicativo del grado de tecnología empleado en la producción (García *et al.*, 2015).

Cosecha y comercialización de nopal verdura

La cosecha del nopal se realiza exclusivamente de forma manual, en la región los productores tienen rendimientos de 2.5 a 22.5 t/ha; no obstante, esta producción es menor al promedio nacional. La venta del nopal se realiza directamente con un intermediario el cual va a recoger el producto en las huertas. El incremento de la demanda en los productos del nopal convierte a este cultivo en una alternativa para generar ingresos en los productores de Tamaulipas (Díaz *et al*., 2014). Por ellos es importante transferir tecnología a estas localidades, además de cursos de capacitación, con la finalidad de incrementar los rendimientos.

CONCLUSIONES

La mayoría de productores presentan educación básica. Es necesario buscar nuevas variedades de nopal que se adapten a la región y asesoría técnica enfocada al manejo del cultivo (fertilización, manejo integrado de malezas, plagas y enfermedades), para incrementar la producción en la región de Gómez Farías, Llera de Canales y Xicoténcatl.

REFERENCIAS

Aguilar, B.S. 2005. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud en Tabasco 11(1-2):333-338.

Aguirre-Cadena, J. F., Cadena-Iñiguez, J., Ramírez-Valverde, B., Trejo-Téllez, B. I., Juárez Sánchez, J. P., & Morales-Flores, F. J. 2016. Diversificación de cultivos en fincas cafetaleras como estrategia de desarrollo. Caso de Amatlán. *Acta universitaria*, *26*(1), 30-38.

Baltazar, B.E., Maciel, P.L.H., Macías, V.L.M., Cortés, Ch.M.A., Domínguez, L.R.F., y Robles E.F.J. 2011. Caracterización de productores de tres municipios de Aguascalientes. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *2*(SPE1), 31-40.

Becerril, G. A. y Valdivia, C. B. P. 2006. Alteraciones fisiológicas provocadas por sequía en nopal (*Opuntia ficus*-indica). *Revista Fitotecnia Mexicana*, *29*(3), 231-237.

Blanco, M. F., Valdez, C. R. D., Vázquez, A.R. E., & Almaguer, S. P. 2009. Establecimiento y manejo de nopalito para verdura. *VII Simposium-Taller "Producción y Aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México". RESPYN. Edición Especial*, *2*, 1-17.

Bravo-Hollis, H. H. 1978. Las Cactáceas de México. Vol. 1. Universidad Nacional Autónoma de México, 743 pp.

Castillo, T. H. 2016. Producción de nopal verdura de riego, a cielo abierto, en Tamaulipas. Folleto para productores No. 25.

Díaz, F. A., Maya, H. V., Álvarez, O. M. G., De La Garza, C. M. 2014. Tecnología para la producción intensiva de nopal para verdura en Tamaulipas. CIRNE-INIFAP. 18 P

González, A. B. D. J., García, A. A., Olguín, J. F. L., Rivera, A., & Martínez, V. L. 2016. Entomofauna Asociada al Nopal Verdura (*Opuntia ficus* indica Miller) en San Andrés Cholula, Puebla, México. *Southwestern Entomologist*, *41*(1), 259-266.

García, E.I., Aguilar. J., Bernal, R. 2015. La agricultura protegida en Tlaxcala, Méjico: La adopción de innovaciones y el nivel de equipamiento como factores para su categorización. *Teuken Bidikay* 2: 193-212.

Guzmán U.; S. Arias y P. Dávila. 2007. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México, CONABIO. México D.F. 315 p.

Hernández, A. M. 2000. Planeación del Sistema de Calidad para la Producción de Nopal Verdura Precortado-Edición Única. Tesis presentada como requisito para obtener el grado de maestro en ciencias. Monterrey México. 177 p.

Hernández, R. J., Espinosa, T.E., Míreles, A. A. I., & Ruiz, N. J. E. 2018. Índice tecnológico de las unidades de producción de tomate en invernadero en Tlahuitoltepec, Oaxaca. *Acta Agrícola y Pecuaria*, *4*(2), 35-43.

Jaramillo, V. A., & Calva, J. S. 2017. Plagas y enfermedades de la tuna *Opuntia ficus* indica L. en las condiciones ecológicas de la provincia de Loja. *Bosques Latitud Cero*, *7*(1).

Medina, M.J. A., Ruiz, N. R. E., Gómez, C. J. C., Sánchez, Y. J. M., Gómez, A. G., & Pinto, M. O. 2016. Estudio del sistema de producción de café (*Coffea arabica* L.) en la región Frailesca, Chiapas. *Ciencia UAT*, *10*(2), 33-43.

Muro. S. L., Aviña. Y. J. R., & Álvarez. F. F. 1993. El cultivo del nopal, un sistema de producción alternativa. Tesis profesional para obtener El Título de Ingeniero Agrónomo. Guadalajara, Jalisco. 113 p.

Orona, C. I., Espinoza, A. J.J., Troyo, D. E., Murillo, A. B. y García, H. J. L. 2003. Situación actual de la comercialización de nopal verdura en México: El nopal, alternativa para la agricultura de zonas áridas en el siglo XXI. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. pp 177-202.

Reyes, A. J. A., Aguirre, R., Hernández, H. M. 2005. Systematyc notes and a detailed description of Opuntia *ficus indica* (L) Mill. (CACTACEAE). *Revista Agrociencia*, 39(4), pp. 395-408.

Rodríguez, R. C. 1985. El nopal una alternativa de producción para las" tierras flacas" del estado de Jalisco. Tesis profesional para obtener El Título de Ingeniero Agrónomo. Guadalajara, Jalisco. 95 p.

Rojas, S. R. (979. Guía para realizar investigaciones sociales. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Autónoma de México. México. 271p.

Russell C. and P. Felker. 1987. The prickly pears (Opuntia spp. Cactaceae): a source of human and animal food in semiarid regions. *Economic Botany,* 41: 433-445.

Saénz H. C. 2004. Compuestos funcionales y alimentos derivados de Opuntia spp. *In:* Esparza F. G., R. D. Váldez O, y G. Méndez S. (eds). El Nopal. Tópicos de Actualidad. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma de Chapingo. México, pp: 211–221.

Uzcanga, P. N. G., Cano, G. A. D. J., Medina, M. J. y Espinoza, A. J. D. J. 2015. Caracterización de los productores de maíz de temporal en el estado de Campeche, México. *Revista mexicana de agronegocios*, *36*(1345-2016-104390), 1295-1305

Valdez, C. R. D., Blanco, M. F., Magallanes, Q. R., Vázquez, A. R. E., & Reveles, H. M. 2009. Avances en la nutrición del nopal en México. *Memorias del VIII Simposium-Taller Nacional y Ier Internacional de Producción y Aprovechamiento del Nopal. Campus de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León, Escobedo, NL, México*, 1-14.

DIAGNÓSTICO TÉCNICO-PRODUCTIVO DEL SECTOR AGROPECUARIO EN TAMAZULA DURANGO

DIAGNOSIS AND TECHNICAL-PRODUCTIVE OF THE AGRICULTURAL SECTOR IN TAMAZULA DURANGO.

Julio C. Ríos-Saucedo[1]; Rigoberto Rosales Serna[1], Pablo A. Dominguez-Martinez[1], Saúl Santana-Espinoza[1] y Lorena J. Hernandez-Lopez[2]

***[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170. [2]Universidad Politécnica de Durango - Carretera Durango-México Km. 9.5, Durango, Dgo. C.P. 34300.* *j_riossaucedo@hotmail.com**

RESUMEN

La problemática en el medio rural en México es realmente compleja, es el resultado de una falta de visión de la interrelación que existe entre naturaleza y sociedad al realizar las actividades económicas e interactuar con un manejo inadecuado de los recursos naturales, esto aunado a las políticas implementadas que han resultado insuficientes para impulsar el desarrollo rural en nuestro país. Para esto, el programa de desarrollo rural (PRODETER) en los mecanismos de la 4T, busca incrementar de manera sostenible la productividad de las unidades de producción familiar del medio rural, mediante proyectos de inversión accedan a activos fijos para mejorar su capacidad productiva y realizar un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. El municipio está conforma por 356 localidades, de las cuales se realizó una muestra aleatoria simple para la aplicación del instrumento de recolección de información, se determinó que las encuestas a realizar fueran 72, distribuidas en las 32 localidades seleccionadas aleatoriamente, para disminuir el error de muestreo se determinó hacer 88 encuestas. Del total de encuestados se muestra que el 95.45% son hombres y el 4.55% son mujeres, lo que refleja que la mayoría de los ejidatarios son hombres. La percepción que tienen los ejidatarios respecto al entorno en el que se desarrollan diariamente les permite tener la visión general en todos los aspectos, tan es así que, en el productivo, consideraron que la falta de infraestructura en actividad pecuaria con 95.5%, seguida de asesoría en formación de asociaciones o pequeñas cooperativas 50.0% y en menor importancia, apoyo en agricultura con 45.5%.

ABSTRACT

The problems in rural areas in Mexico today are truly complex, is the result of a lack of vision of the interrelationship between nature and society in carrying out economic activities and interacting with inadequate management of natural resources, this combined with the

implemented policies that have proved insufficient to promote rural development in our country. To this end, the rural development programme (PRODETER) in the mechanisms of the 4T seeks to increase in a sustainable way the productivity of rural family production units, through investment projects access fixed assets to improve their productive capacity and achieve sustainable use of natural resources. The municipality consists of 356 localities, of which a simple random sample was carried out for the application of the information collection tool, 72 surveys were determined to be carried out, distributed in the 32 randomly selected localities, 88 surveys were determined to reduce the sampling error. Of the total number of respondents, 95.45% are men and 4.55% are women, reflecting the fact that the majority of farmers are men. The perception that the farmers have of the environment in which they develop daily allows them to have an overview in all aspects, so much so that, in the production, they considered that the lack of infrastructure in livestock activity with 95.5%, followed by advice on the formation of associations or small cooperatives 50.0% and, to a lesser extent, support in agriculture with 45.5%.

INTRODUCCIÓN

Es importante contar con una información actualizada que nos ofrezca un panorama general y que permita a la vez, contar con información precisa en las diferentes regiones del estado, que sirva como una herramienta para la toma de decisiones, que impulsen el desarrollo rural que tan urgentemente está demandando el campo. Para esto, el programa de desarrollo rural (PRODETER) en los mecanismos de la 4T, busca incrementar de manera sostenible la productividad de las unidades de producción familiar del medio rural, con el fin de contribuir a mejorar el ingreso de la población rural. Incentivar a las localidades rurales, para que mediante proyectos de inversión accedan a activos fijos para mejorar su capacidad productiva y realizar un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Impulsar la incorporación a proyectos de inversión para el establecimiento de empresas cuyo objeto social sea desempeñar funciones económicas de las cadenas productivas, entre ellas compras y ventas de productos e insumos. Promover, a través de los extensionistas, mejoras en los procesos productivos de las Unidades de Producción Familiar asociadas y por último articular la investigación con el extensionismo para promover la aplicación de componentes tecnológicos, así como atender problemas estructurales del medio rural o de las cadenas productivas. En el medio rural se interrelacionan diferentes elementos como son los naturales, los económicos y los sociales; mediante este Diagnóstico se evalúan estos elementos, reflejando la situación en que se encuentra, su problemática y su potencial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Tamazula, que se localiza en la parte más occidental del estado de Durango. Limita al norte con el estado de Chihuahua; al sur y poniente con el de Sinaloa, al oriente con los municipios de San Dimas, Otáez, Santiago Papasquiaro, Canelas, Topia y Tepehuanes. El municipio de acuerdo al conteo de población en 2015, tiene una población total de 26,709 habitantes (INEGI, 2015) y de los cuales 5,969 son quienes tienen derechos ejidales, los cuales sirvieron como marco de referencia y como población objetivo para el cálculo de la muestra.

Para la caracterización de las Unidades de producción familiar (UPF) se realizó el presente diagnóstico mediante la realización de reuniones con productores con la finalidad de conocer la problemática presente en cada localidad, así como la aplicación de encuestas a través de muestreo aleatoria simple en la selección de localidades y productores de cada una de ellas. El municipio está conformado por 356 localidades (CONAPO, 2018), de las cuales se realizó una muestra aleatoria simple para la aplicación del instrumento de recolección de información. Para calcular el tamaño de la muestra se usó la fórmula para poblaciones finitas y conocidas (Murray R. Spiegel, 2008).

$$n = \frac{Z_a^2 Npq}{i^2(N-1) + Z_a^2 pq} \quad (1)$$

Mediante la fórmula 1. Se determinó que las encuestas a realizar fueran 72, distribuidas en las 32 localidades seleccionadas aleatoriamente, las cuales representan 36.6% de la población con derechos ejidales en el municipio; como complemento, para disminuir el error de muestreo se determinó hacer 88 encuestas. Las variables de estudio se dividieron en aspectos socioeconómicos, productivos, reproductivos, sanitarios, comercialización y manejo de pastizales, entre otros. La encuesta se aplicó a 88 productores elegidos de forma aleatoria de acuerdo al porcentaje representativo de cada localidad. Para el análisis de la información se utilizó estadística descriptiva presentada en graficas analizando y comparando cada situación actual presente en el municipio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a través de la encuesta realizada en el municipio de Tamazula, muestran que los encuestados que manifestaron tener acceso a agua potable para su consumo, (36.4%) refleja las condiciones precarias en las que viven la mayoría de los ejidatarios; de las personas que manifestaron tener acceso agua potable, 42.9% comentó que es de buena calidad, 35.7% que es de regular calidad y sólo 21.4% que es de mala calidad. El abasto de agua potable es de suma importancia, 54.5% de los encuestados manifestó

contar con cantidad suficiente, 18.2% mostro tener desabasto de agua, sin embargo, 27.3% se obtuvo de responder.

Respecto a lo mencionado anteriormente, el conocimiento de la cantidad y la calidad del agua es de vital importancia para el abastecimiento de agua potable municipal e industrial, el control de avenidas, el diseño y operación de presas, la generación de energía hidroeléctrica, la irrigación, las actividades recreativas relacionadas con el agua, la navegación fluvial, el cuidado y preservación de flora y fauna, el drenaje, el tratamiento de aguas residuales y la potabilización (Viessman, 1989). De los productores encuestados, 100% manifestó que no contar con agua para riego a través de canales; la encuesta no refleja información, ya que una gran mayoría (86.36%) se abstuvo de contestar, desconociendo las causas. De los productores que cuentan con agua, 4.55% comentó que es suficiente; igual porcentaje mencionó que es insuficiente o no tiene conocimiento de esa información (Figura 1).

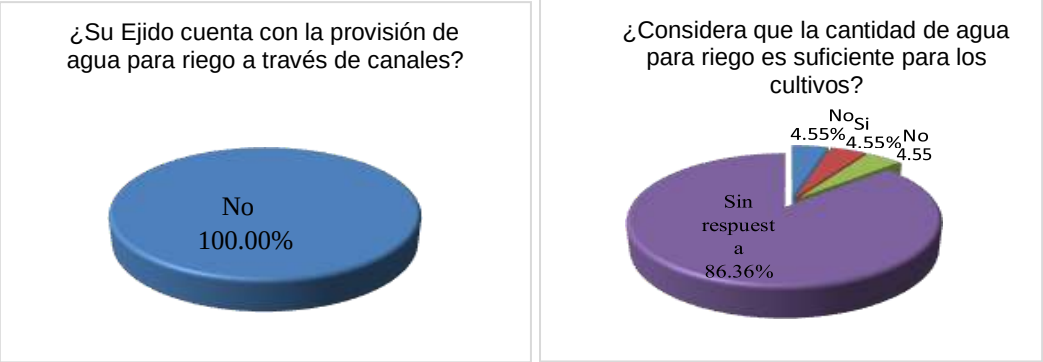
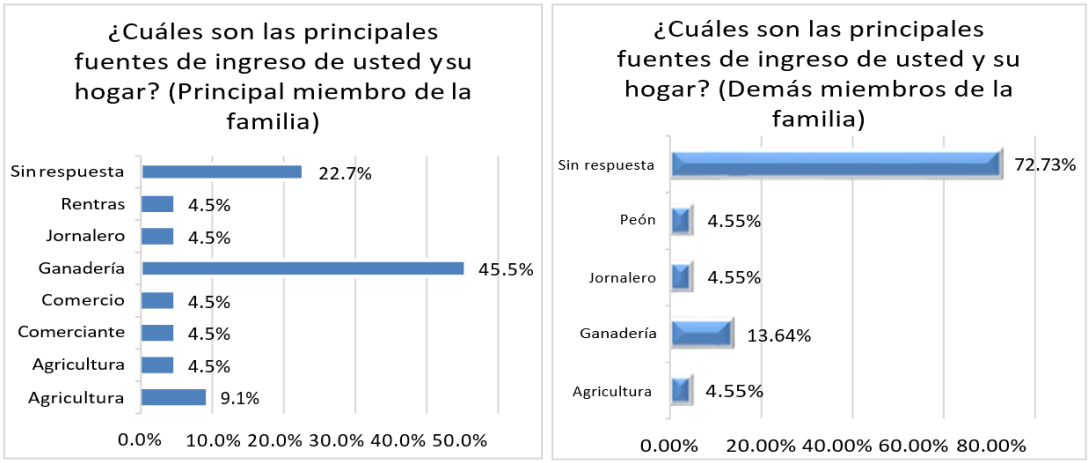


Figura 1. ¿Cuenta con agua para riego a través de canales? y Considera que la cantidad de agua es suficiente para los cultivos?

Según SEDESOL (2010), en las últimas décadas la composición de la fuerza laboral en el sector rural se ha modificado, y cada vez se realizan más actividades distintas a las estrictamente agrícolas o pecuarias. Mientras que en el año 2000 casi el 66% de la población potencial se dedicaba a actividades agrícolas, ganaderas, silvícolas y de caza y pesca, en 2008, los trabajadores de esta categoría representaban más de 56%, 10% menos que en el 2000. Respecto a los principales ingresos que tienen como familia, si se toma en cuenta al ejidatario, su principal ingreso es la ganadería (45.5%), seguido de agricultura (9.1%), sin embargo, también existieron ejidatarios que prefirieron no dar respuesta (22.7%), con lo que se percibe una desconfianza al no querer proporcionar datos sobre cuáles son sus fuentes de ingreso. Como complemento a la pregunta anterior, se resalta la desconfianza que se tiene al no aportar información sobre sus ingresos familiares con 72.73% (Figura 2).

Figura 2. Principal fuente de ingresos de la familia.

Brindar apoyo económico y asistencia técnica a los derechohabientes de programas sociales es fundamental; pero más importante aún es incorporarlos a la vida económica del país. La manera más sencilla de incorporar a los derechohabientes de programas es a través del fomento a la creación de cooperativas (Velázquez Luna, 2012). Sin duda alguna los apoyos económicos que otorga el gobierno son de gran ayuda en los sectores más necesitados, en el caso del municipio, los programas presentes son Sembrando vida, (66.7%) y Crédito a la palabra con 16.7% (Figura 3)



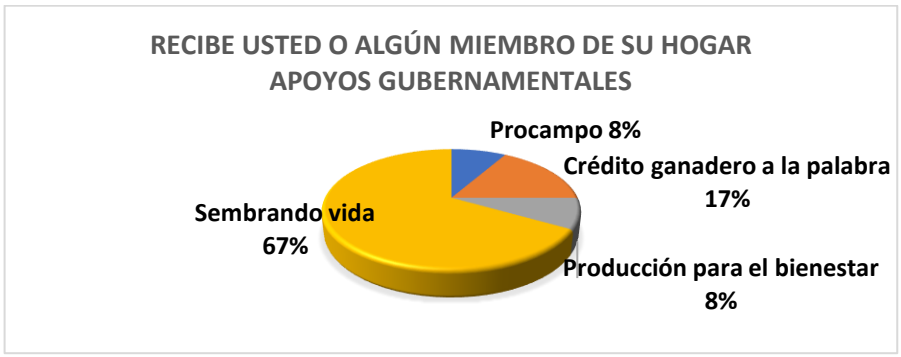


Figura 3. Apoyos gubernamentales que se otorgan a los ejidatarios.

Las limitantes que el producto identifica al momento de comercializar sus productos, reflejan los contratiempos y problemas a los que se enfrenta, según su punto de vista el más frecuente son los bajos costos en la compra por los intermediarios (25.0%), seguido del alto costo de

flete en el traslado (22.2%), seguido de apoyo a la agricultura (16.7%); mientras que los de menor impacto fueron el desconocimiento de compradores de los productos con 8.3%; sin embargo, 27.8% considera que todas restringen la comercialización o venta de sus productos (Figura 4).

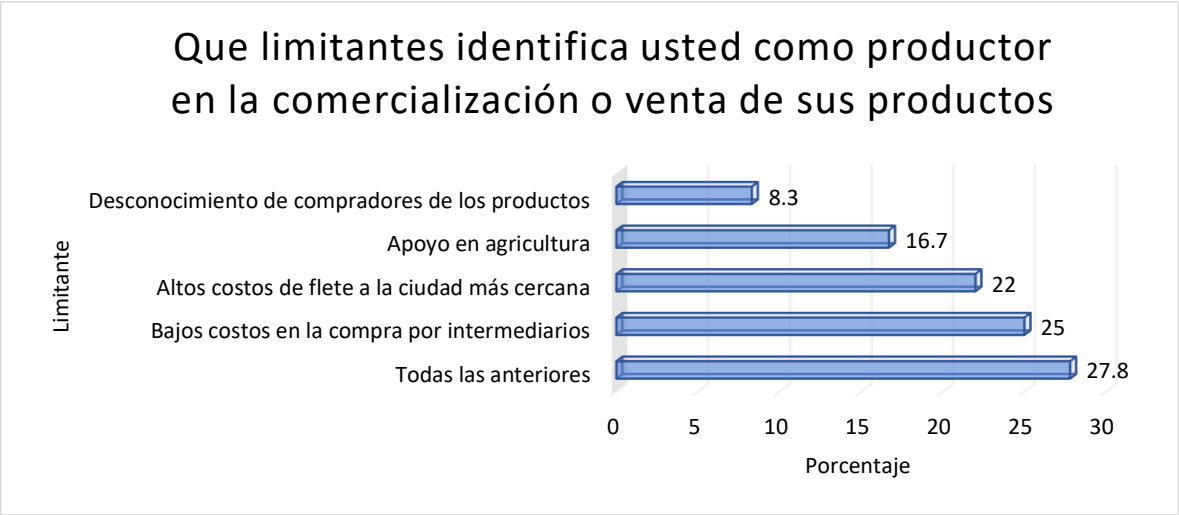


Figura 4. Limitantes identificadas por el productor al comercializar sus productos.

La percepción que tienen los ejidatarios respecto al entorno en el que se desarrollan diariamente les permite tener la visión general en todos los aspectos, tan es así que, en el productivo, consideraron que la falta de infraestructura en actividad pecuaria con 95.5%, seguida de asesoría en formación de asociaciones o pequeñas cooperativas 50.0% y en menor importancia, apoyo en agricultura con 45.5% (Figura 5).

Figura 5. Necesidades observadas en su comunidad que se pudieran mejorar para poder incrementar la productividad y tener un mejor ingreso.

CONCLUSIONES

La distribución por género de los ejidatarios en las localidades del municipio es 95.45% hombres y 4.55% mujeres; la edad promedio en general es 45.7 años, sin embargo, el promedio en mujeres es 53.0 años y en hombres 45.4 años; existe un porcentaje relativamente bajo (4.5%). Respecto al abasto de agua, 57.1% manifestó que el líquido que le suministran es de calidad regular a mala; de los cuales solo la mitad tiene abasto suficiente; respecto al agua para riego, no se cuenta este sistema en ninguno de los ejidos. El ingreso promedio de los ejidatarios fue entre dos y cinco mil pesos en el 42.1% de los casos 42.1% y reciben más de cinco mil pesos. Los programas federales de apoyo económico a los ejidatarios que más aportan a su economía son Sembrando vida (66.7%) y Crédito ganadero a la palabra (16.7%); mientras que 20.0% como apoyo extraordinario reciben ayuda de familiares en el extranjero y ese ingreso lo usan principalmente en el gasto familiar. Las limitantes al momento de comercializar son: altos costos de flete en el traslado (22.2%), seguido de poco apoyo a la agricultura (16.7%), los bajos costos en la compra por los intermediarios (25.0%), sin embargo 27.8% opina que los tres en conjunto son la mayor limitante. Ante las características productivas del municipio y la problemática presente, la principal necesidad detectada en este diagnóstico es la falta de infraestructura en actividad pecuaria

REFERENCIAS

CONAPO. (2018). Dirección de poblamiento y desarrollo regional sustentable. Obtenido de Indice-de-marginación-carenciaspobacionales-por-localidad-municipio-y-entidad.: http://www.conapo.gob.mx Fecha de Consulta: 04 de Junio de 2020.

INEGI. (2015). Panorama sociodemografico de Durango 2015. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática.

Murray R. Spiegel, M. R. (2008). Estadística: Teoría y problemas, McGraw-Hill/Interamericana . Editores, S.A. de C. V. Edición: ISBN-13: 978-970-10-6887-8.

SEDESOL. (2010). Diagnostico: alternativas de la población rural en pobreza para generar ingresos sostenibles. Documento impreso. Secretaría de Desarrollo Social , 49.

Velázquez Luna, B. (2012). Los programas sociales en México como sustento de la economia social y solidaria.

Viessman, W. y. (1989). Introduction to hidrology. Harper & Row. Third Edition, New York.

DINÁMICA DE AZUCARES SOLUBLES EN NOGAL (*Carya illinoinensis* (Wangenh) K. Koch EN TRES ETAPAS DE DESARROLLO EN GÓMEZ PALACIO, DURANGO

DYNAMICS OF SOLUBLE SUGARS IN WALNUT (*Carya illinoinensis* (Wangenh) K. Koch IN THREE STAGES OF DEVELOPMENT IN GÓMEZ PALACIO, DURANGO

Valdéz-Rodriguez, Mildred Cristal[a]; Valenzuela-Núñez, Luis Manuel[b]; Gaytán-Alemán, Leticia[a]; García-de la Peña, Cristina[c]; Véliz-Deras, Francisco Gerardo[a].

[a]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Posgrado en Ciencias en Producción Agropecuaria. Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fé, s/n. C. P. 27059. Torreón, Coahuila, México [b]Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Av. Universidad s/n Fracc. Filadelfia. C. P. 35010. Gómez Palacio, Durango, México. [c]Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Medicina de la conservación. Av. Universidad s/n Fracc. Filadelfia. C. P. 35010. Gómez Palacio, Durango, México. Autor de correspondencia: mildred.valdezr@hotmail.com

RESUMEN

En el nogal pecanero [*Carya illinoinensis (*Wangenh) k. Koch], un frutal caducifolio, los azúcares solubles son compuestos son imprescindibles para su supervivencia, ya que permiten los procesos metabólicos durante el invierno, para la formación de brotes y para los crecimientos nuevos al inicio de la primavera. Las concentraciones en los órganos de los árboles pueden ser diferentes en las diferentes etapas de desarrollo. Por ello, el objetivo fue conocer las concentraciones de los azúcares solubles totales en el tronco y raíz de nogal, en tres etapas de desarrollo. Muestras extraídas de la huerta “Las 3 B” en Gómez Palacio, Dgo. fueron utilizadas para la evaluación. Las concentraciones de azúcares solubles totales fueron determinadas por espectrofotometría, considerando los meses de junio y octubre del 2016, enero y abril del 2017. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de Friedman ($p \leq 0.05$), cuando hubo diferencia significativa una prueba de Conover fue realizada. Los resultados registraron diferencia significativa en las concentraciones de azúcares en el tronco en las tres etapas de desarrollo, siendo la etapa de floración la que mostró mayor concentración. En la raíz no se observó diferencia significativa en ninguna de las etapas de desarrollo.

ABSTRACT

In pecan walnut [*Carya illinoinensis* (Wangenh) k. Koch], a deciduous fruit tree, soluble sugars are compounds that are essential for its survival, since they allow metabolic processes during winter, for the formation of shoots and for new growths in early spring. The concentrations in tree organs can be different at different stages of development. Therefore, the objective was

to know the concentrations of total soluble sugars in the trunk and root of walnut, in three stages of development. Samples taken from the orchard “Las 3 B” garden in Gómez Palacio, Dgo. were used for evaluation. The concentrations of total soluble sugars were determined by spectrophotometry, considering the months of June and October 2016, January and April 2017. The statistical analysis was carried out using the Friedman test ($p < 0.05$), when there was a significant difference in a test of Conover was done. The results registered a significant difference in the concentrations of sugars in the trunk in the three stages of development, being the flowering stage the one that showed the highest concentration. In the root, no significant difference was observed in any of the development stages.

INTRODUCCIÓN

El nogal pecanero (*Carya illinoinensis* (Wahgenh) K. Koch) es un frutal originario del sureste de Estados Unidos y norte de México, perteneciente a la familia Juglandaceae, considerado caducifolio, los árboles pueden llegar a medir hasta 30 m y vivir hasta 100 años, aproximadamente. A nivel mundial es la especie con mayor producción, ya que es la más viable económicamente, siendo Estados Unidos y México los que registran la mayor producción hasta en un 92 % (Valenzuela-Núñez *et al*., 2019). Siendo que su explotación se lleva a cabo en regiones con clima árido o semiárido, en México se cultiva principalmente en estados del norte del país, como Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango y Sonora, donde predomina dicho clima. La Comarca Lagunera es una región con condiciones propicias para la producción de la especie, y tiene gran impacto económico, pues representa un valor monetario de 29608 USD (SIAP-SAGARPA, 2019). Conocer el comportamiento de las reservas vegetativas durante el año productivo del nogal pecanero es de gran relevancia, para comprender su crecimiento, capacidad de amortiguamiento, sus estrategias de adaptación, además, poder tomar decisiones respecto del manejo agronómico de las huertas y obtener mejores producciones.

Los azucares solubles son carbohidratos no-estructurales consideradas reservas para las especies vegetales, pues suministran carbono y nitrógeno a los árboles durante las épocas cuando no hay producción de éstos y mantener así, sus procesos metabólicos, generalmente durante el invierno; además, para formar los crecimientos nuevos al inicio de la primavera después de haber sufrido defoliación durante el periodo de letargo (Hennion *et al*., 2019). Durante las diferentes épocas del año, los árboles sufren cambios en sus características y funciones debido al mecanismo de adaptación a las diferentes condiciones ambientales que se presentan, lo que conduce a un requerimiento y comportamiento distinto de dichos azucares contenidos en el árbol durante cada época y órgano (Liu *et al*., 2018; Pinkard, 2018).

Por ello, el objetivo del presente trabajo fue conocer la concentración de los azucares solubles totales en el tronco de árboles de nogal pecanero de la variedad Western en tres etapas de desarrollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la huerta “Las 3 B” de Gómez Palacio, Durango. El clima en Gómez Palacio es un clima desértico, está clasificado como BWh por Köppen y Geiger. La temperatura media anual se encuentra a 21.1 °C. En un año, la precipitación es 235 mm. La huerta está dispuesta en marco real, con una densidad de plantación de 80 árboles ha^{-1}. El sistema de riego es por inundación con un solo riego anual. El muestreo fué sistemático, se eligieron cuatro árboles evitando el efecto de orilla, de donde se extrajeron dos muestras del tronco por cada árbol (Espino-Castillo *et al*., 2018) en la etapa de letargo, cuando los árboles estaban completamente defoliados, en la etapa de rebrote, al momento de emerger las primeras hojas y finalemte en la etapa de floración, cuando fueron visibles las yemas florales. Las muestras fueron obtenidas en forma de viruta con ayuda de un taladro Pressler (Haglöf ® Langsele, Sweden), fueron almacenadas en un ultracongelador (Revco Value Plus® ThermoScientific® Waltham, United States) a -70 °C durante una semana, de ahí se sometieron a un proceso de liofilización (Liofilizador Labconco Freezone Triad® Freeze Dry Systems®) durante siete días a una temperatura de -40 °C para deshidratar las muestras y evitar actividad enzimática, luego, se molieron en un molino de cuchillas (Fritsch® Pulverisette 15®) hasta lograr un polvo fino.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mostraron diferencia significativa ($p \leq 0.05$) para en la concentración de azúcares solubles en el tronco de los árboles de nogal, en las tres etapas evaluadas ($\chi^2 = 11.36$, g. l. = 2, $p = 0.002$, Figura 1). Durante la etapa de floración se presentó la mayor concentración ($\dot{x}$=31.68 mg•g^{-1} MS), seguida de la etapa de letargo ($\dot{x}$=26.29 mg•g^{-1} MS) y finalmente la etapa que resultó ser la de menor concentración fue en el rebrote ($\dot{x}$=20.52 mg•g^{-1} MS). En la raíz no hubo diferencia significativa entre etapas ($\chi^2 = 2.53$, g. l. = 2, $p = 0.101$, Figura 2), las concentraciones fueron $\dot{x}$=28.11 mg•g^{-1} MS en la etapa de letargo, $\dot{x}$=28.32 mg•g^{-1} MS y $\dot{x}$=30.47 mg•g^{-1} MS

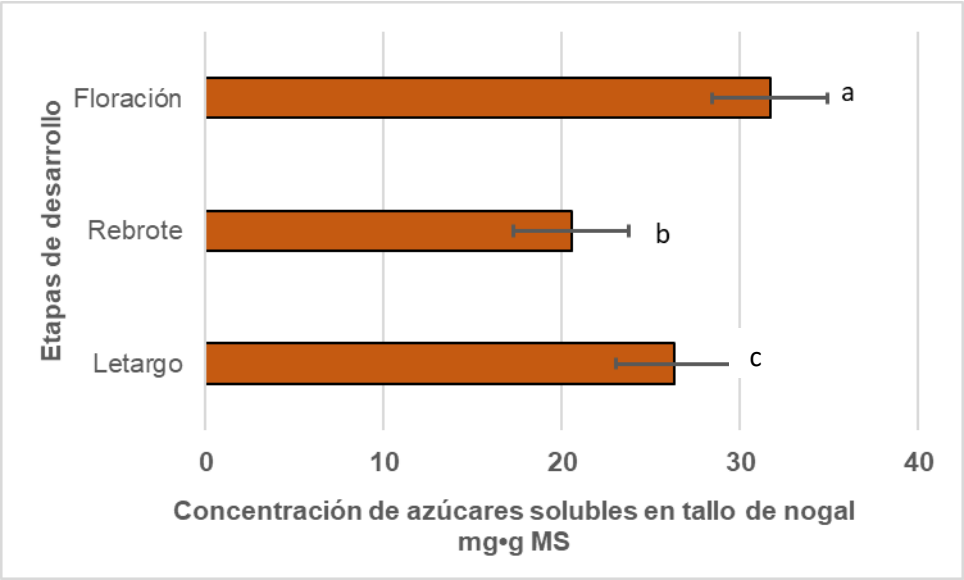


Figura 1. Comparación de medias de concentraciones de azúcares solubles en tallos de árboles adultos de nogal en tres etapas de desarrollo en Gómez Palacio, Durango, México.

Lo anterior difiere con lo reportado por Valenzuela-Núñez *et al.* (2019), quienes mencionan que, las concentraciones de azúcares solubles totales en el tronco son mayores en la etapa fenológica de letargo, sin embargo, debido a que la huerta no tiene ningún tipo de manejo y sólo se le proporciona un riego anual, por lo que encontraron que las concentraciones se vieron incrementadas en la etapa de floración, incluyendo. Esto pudo deberse a que el almidón de reserva es degradado y producen azúcares para suplir los carbohidratos que son demandados en esta etapa de floración Chertin *et al*. (2018).

CONCLUSIONES

Los azúcares solubles en el tallo y troncos de árboles de nogal se concentraron en diferentes cantidades en las tres etapas de crecimiento en una huerta que no tiene manejo agronómico y deficiente riego. Las concentraciones mayores de azúcares solubles no mostraron diferencia en concentraciones en la raíz, esto probablemente debido a que la raíz funge como reservorio de carbohidratos durante las diferentes etapas de crecimiento ante el estrés hídrico al que se ven sometidos los árboles.

REFERENCIAS

Espino-Castillo, D. A., Valenzuela-Núñez, L. M., Legaria-Solano, J. P., Briceño-Contreras, E. A., Esparza-Rivera, J. R., Rodríguez-Bautista, G. & García-de-la-Peña, C. 2018. Evidencia de una proteína de reserva vegetativa de 20 kDa en raíz de nogal (*Carya illinoensis* Koch) durante la etapa de letargo. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 5.

Hennion, N., Durand, M., Vriet, C., Doidy, J., Maurousset, L., Lemoine, R. & Pourtau, N. 2019. Sugars en route to the roots. Transport, metabolism and storage within plant roots and towards microorganisms of the rhizosphere. Physiol Plant, 165, 44-57.

Liu, W., Su, J., Li, S., Lang, X. & Huang, X. 2018. Non-structural carbohydrates regulated by season and species in the subtropical monsoon broad-leaved evergreen forest of Yunnan Province, China. Sci Rep, 8, 1083.

MEDCALC. 2014. MedCalc Software bvba Team EAT para Windows, Versión 13.06.0.

Pinkard, E. A. 2018. Doing the best we can: the realities of measuring non-structural carbohydrates in trees. Tree Physiol, 38, 1761-1763.

SIAP-SAGARPA. 2019. Avances de siembra y cosechas de la producción nacional agrícola por cultivo en ciclos perennes 2019 modalidad riego-temporal en especies perennes: situación al 31 de agosto 2019 [Online]. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do;jsessionid=CB49F335A7B720B2134FF150C7B79B0A.

Valenzuela-Núñez, L. M., Briceño-Contreras, E. A., Esparza-Rivera, J. R., García-de la Peña, C., Rodríguez-Bautista, G. & Núñez-Colima, J. A. 2019. Cambios estacionales en la concentración de azúcares solubles en órganos perennes de nogal [(*Carya illlinoiensis* (Wagenh.) Koch)]. Acta Universitaria Multidisciplinary Scientific Journal, 29, 1-13.

Van Handel, E. 1968. Direct Microdetermination of Sucrose. Analytical Biochemistry, 22, 280-283.

DINÁMICA DE POBLACIÓN DEL PULGÓN NEGRO EN NOGAL PECANERO EN LA COMARCA LAGUNERA

POPULATION DYNAMICS OF THE BLACK APHIED IN WALNUT IN THE LAGUNERA REGION

Franco-Gaytán, Iván [1]; Maltos-Buendía, Jorge[1*]; Maciel-Torres, Sandra Patricia[2]; Hernández-Leal, Enrique [1] y Reyes-Gonzales, Arturo [1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental la Laguna, Matamoros, Coahuila, México. C.P.27440. [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental General Terán, Nuevo León. C.P. 67400. *Autor para correspondencia: maltos.jorge@inifap.gob.mx

RESUMEN

El cultivo de nogal es uno de los de mayor importancia en el norte de México tanto en superficie sembrada como en el valor de su producción, en la Comarca Lagunera se produce el 20.3% de la producción nacional y se encuentra en constante aumento. Dentro de las principales plagas que afectan al nogal pecanero se encuentra un complejo de especies de áfidos, dentro del cual destaca el pulgón negro debido a que ataca el follaje de los nogales, succionando la savia e inyectando toxinas que causan necrosis en las hojas y hasta defoliación, un umbral económico de 3 pulgones/ hoja son suficientes para causar grandes daños. Este áfido presente dos picos poblacionales en septiembre y noviembre, aunque se ha detectado su presencia en las primera fases fenológicas del nogal, pero no se tiene registros. Por lo que el objetivo del trabajo de investigación fue determinar la época de mayor incidencia en lo nogales a lo largo del ciclo del cultivo en la Comarca Lagunera. Se monitoreó durante cuatro años (2017 a 2020) en diferentes nogaleras de Lerdo y Gomes Palacio, Durango y San Pedro, Coahuila la dinámica de población del pulgón negro, en cada nogalera se seleccionaron al azar 100 hojas (10 hojas/árbol) distribuidos a lo largo de la huerta cada 15 días y se contó el número de pulgones presentes para determinar el umbral de acción económico en cada fecha de muestreo. Los resultados mostraron máximos picos de crecimiento de pulgón negro desde las primeras fases fenológicas del nogal (mayo a julio) que pueden sobrepasar el umbral económico, en donde se deberán aplicar medidas de control para evitar daños en los árboles, siendo más evidente en dos nogaleras “La Mercedes” y “Santo niño” en San Pedro, Coahuila.

ABSTRACT

The cultivation of walnut is one of the most important in northern Mexico both in planted area and in the value of its production, in the Lagunera Region, 20.3% of national production is produced and is constantly increasing. Among the main pests that affect the pecan walnut is a complex of aphid species, within which the black aphid stands out because it attacks the foliage of walnut trees, sucking the sap and injecting toxins that cause necrosis in the leaves and even defoliation, the economic action threshold are 3 aphids / leaf is enough to cause great damage. This aphid has two population peaks in September and November, although its presence has been detected in the first phenological phases of walnut, but there are no records. Therefore, the objective of the research work was to determine the time of greatest incidence in walnut trees throughout the cultivation cycle in the Lagunera Region. The population dynamics of the black aphid were monitored for four years (2017 to 2020) in different nogaleras of Lerdo and Gomes Palacio, Durango and San Pedro, Coahuila, in each nogalera was selected 100 leaves (10 leaves / tree) distributed to throughout the orchard every 15 days and the number of aphids present was counted to determine the economic action threshold on each sampling date. The results showed maximum peaks of black aphid growth from the first phenological phases of walnut (May to July) that can exceed the economic threshold, where control measures must be applied to avoid damage to the trees, being more evident in two walnut trees. "La Mercedes" and "Santo Niño" in San Pedro, Coahuila.

INTRODUCCIÓN

El nogal pecanero es uno de los principales cultivos de importancia económica en México, debido a que el valor de su producción asciende a $12 mil millones de pesos provenientes de una superficie cosechada de 96 908 ha en el 2018. Los estados que concentran el 97% de la producción nacional son Chihuahua (58.8%), Coahuila (14.2%), Sonora (13.9%), Durango (6.1%) y Nuevo León (4.2%) (SIAP, 2020). De acuerdo al informe de siembra del mes de mayo de 2020 en la Comarca Lagunera se registrarón un aumento de más de 3000 ha de nogal pecanero sembradas, distribuidas en los municipios de Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro, Torreón, Viesca en el estado de Coahuila y Simón Bolívar, Gómez Palacio, Lerdo, Mapimí, Nazas, Rodeo, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero, San Pedro del Gallo y Tlahualilo en el estado de Durango.

Dentro de las principales plagas que afectan al nogal pecanero se encuentran un complejo de áfidos monófagos, debido a que solo se alimentan de dicho frutal. Existen tres especies: pulgón amarillo (*Monelliopsis pecanis*), pulgón amarillo con márgenes negros (*Monellia caryella*) y pulgón negro (*Melanocallis caryaefoliae*). El daño que estos insectos pueden

ocasionar esta en función de su densidad poblacional, mostrando efectos negativos (umbral de acción y control) cuando la población alcanza hasta 20 áfidos/hoja para el caso de pulgón amarillo y solo 3 áfidos/hoja para pulgón negro. Por sus características biológicas y los daños económicos que causan, los pulgones se consideran un grupo entomológico con gran repercusión en la agronomía, ya que pueden reducir el rendimiento de los árboles hasta en un 32% (Harris, 1983; Tarango, 2005; Ricci *et al*, 2006).

Los pulgones se alimentan de la savia en las hojas del nogal y el daño puede causar problemas a nivel fisiológico, lo cual se vería reflejado en una baja producción de frutos. Esto se debe a que los mismos atacan el follaje, extraen nutrientes como azucares y almidón, y producen mielecilla que provoca la aparición de fumagina (Sáenz *et al,* 1994; Aguilar, 2007). El pulgón negro además de succionar la savia, inyecta toxinas que causan la necrosis en las hojas lo que puede ocasionar defoliación de los nogales, este áfido presenta una o dos fluctuaciones poblacionales, la primera en septiembre y la segundo en noviembre (Martínez-Alvarado et al., 2002; Nava *et al.*, 2002; Tarango, 2008). En la comarca lagunera se han identificado que el pulgón negro solo presenta un pico poblacional en septiembre hacia el final del ciclo del cultivo (Ávila-Rodríguez *et al.,* 2016). Por lo que el objetivo de este trabajo de investigación fue determinar la época de mayor daño en lo nogales a lo largo del ciclo del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó desde el mes de abril a septiembre en los primeros tres años y de abril a mayo para el último año de monitoreo en huertos comerciales de nogal pecanero ubicados a lo largo de la comarca lagunera (Cuadro 1). Para determinar la dinámica de población del pulgón negro en las nogaleras se seleccionaron al azar 100 hojas (10 hojas/árbol) distribuidos a lo largo de la huerta cada 15 días y se contó el número de pulgones presentes, para determinar el umbral de acción el número de pulgones presentes se dividió entre el número de hojas muestreadas, más de 3 pulgones/hoja se recomendó aplicar medidas de control.

Cuadro 1. Relación de nogaleras muestreadas por año para el monitoreo de la dinámica poblacional del pulgón negro.

1.		3.				4.	MONITOREOS				
2.	NOGALERAS	5.	UBICACIÓN	6.	2017	7.	2018	8.	2019	9.	2020
10.	Natura Nazas	11.	Lerdo, Durango	12.	X	13.	X	14.	X	15.	
16.	La Mercedes	17.	San Pedro, Coahuila	18.	X	19.	X	20.	X	21.	
22.	La Cantabra	23.	Gómez Palacio, Durango	24.	X	25.	X	26.	X	27.	X
28.	El Refugio	29.	Lerdo, Durango	30.	X	31.	X	32.	X	33.	X
34.	Amapolas 1	35.	Lerdo, Durango	36.	X	37.		38.		39.	
40.	Amapolas 2	41.	Lerdo, Durango	42.		43.		44.		45.	
46.	La Maceta	47.	Lerdo, Durango	48.		49.	X	50.		51.	
52.	Santo Niño	53.	San Pedro, Coahuila	54.		55.		56.		57.	X

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incidencia del pulgón negro en la Comarca Lagunera durante el ciclo 2017 presentó tres picos definidos, el primero en mayo y segundo finales de junio mientras que el tercero a inicios de septiembre, siendo éste último el más abundante durante la temporada. Las huertas que sobrepasaron el umbral de acción fueron “El Refugio”, “Amapolas 1” en Lerdo, Durango y “La Mercedes” (8 pulgones /hoja) en San Pedro, Coahuila. En el 2018 la mayor incidencia se presentó de finales de mayo a finales de junio siendo la huerta “La Mercedes” (6 pulgones/hoja) la que presento mayores daños (Figura 1).

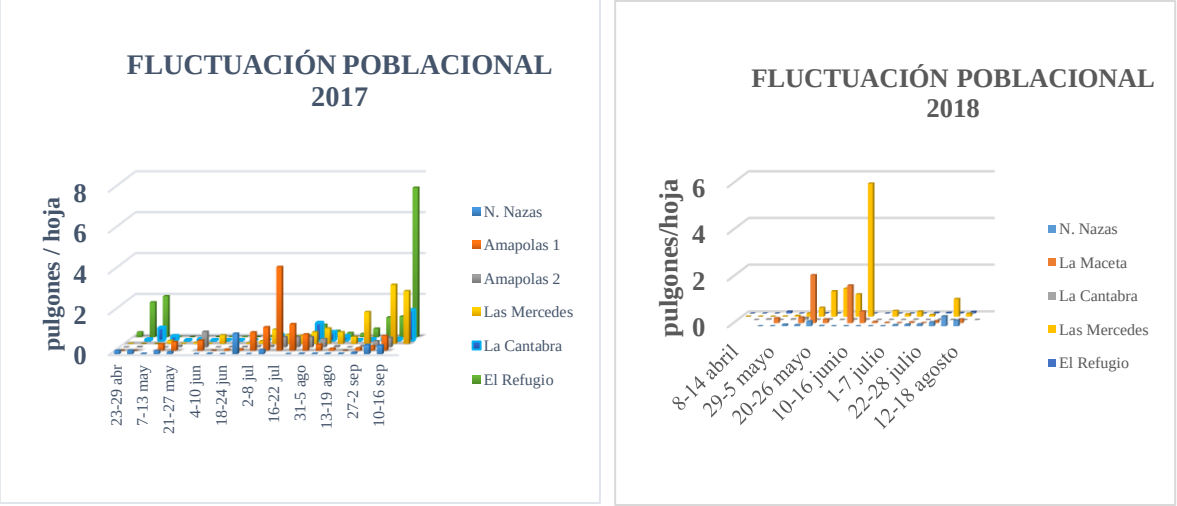


Figura 1. Umbral de acción de acuerdo a la fluctuación poblacional del pulgón negro en la Comarca Lagunera durante el ciclo agrícola 2017 y 2018.

Para los ciclos del cultivo de nogal en el 2019 se presentó un pico máximo de fluctuación en “La Mercedes" (6 pulgones/hoja) a finales de julio e inicios de agosto mientras que para el 2020 fue a finales de mayo en “Santo Niño” (5 pulgones/hoja) (Figura 2), lo que nos indica que además de los dos fluctuaciones poblacionales reportadas en septiembre y noviembre (Martínez-Alvarado et al., 2002; Nava *et al.*, 2002; Tarango, 2008). Las poblaciones de pulgón negro se pueden presentar meses anteriores durante el ciclo del cultivo, pero sobre todo pueden sobre pasar el umbral de acción (3 pulgones/hoja) en cual el áfido puede causar daños fisiológicos en los nogales y económicos para los productores, por lo que se deberán tomar las medidas necesarias para el control de los mismos. De acuerdo con Ávila-Rodríguez *et al.,* (2016), reportaron en nogaleras de la Comarca Lagunera un pico máximo de población de pulgón negro en el mes de septiembre, presentando un mayor nivel de parasitismo en aquellas nogaleras con un manejo convencional, en comparación con las evaluadas con manejo orgánico.

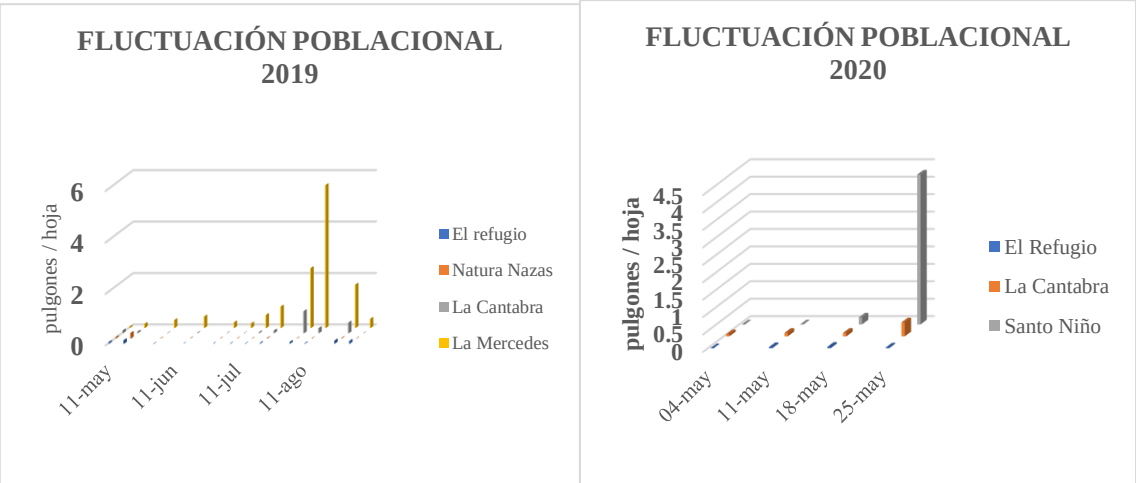


Figura 2. Umbral de acción de acuerdo a la fluctuación poblacional del pulgón negro en la Comarca Lagunera durante el ciclo agrícola 2019 y 2020.

CONCLUSIONES

La dinámica de población del pulgón negro puede presentar máximos picos de crecimiento desde las primeras fases fenológicas del nogal (mayo a julio) que pueden sobrepasar el umbral económico, en donde se deberán aplicar medidas para su control, se recomienda llevar un plan de monitoreo para evitar daños fisiológicos en los nogales.

REFERENCIAS

Aguilar P., H. 2007. Principales plagas de nogal en el estado de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Sitio Experimental Zaragoza. Folleto Tecnico Num. 14, Zaragoza, Coahuila, Mexico. 28 p.

Avila-Rodriguez V., CA Vacio-Fraga., U Nava-Camberos., C Marquez-Hernandez., C Garcia de la Pena., V Olalde-Portugal., JL Garcia-Hernandez. 2016. Identificación, fluctuación poblacional y parasitismo de áfidos en nogal en la Comarca Lagunera, México. Revista Internacional de Botánica Experimental. 85:249-255.

Harris, M.K. 1983. Integrated pest managment of pecans. Ann. Rev. Entomol. Vol. 28 pp. 291- 318.

Martinez-Alvarado, I.P., M. Ramirez-Delgado., U. Nava-Camberos y M. Vazquez-Navarro. 2002. Fluctuacion poblacional de pulgones y sus depredadores en huertas de nogal con y sin alfalfa, en la Comarca Lagunera. En: Memorias del XXV Congreso Nacional de Control Biologico. Sociedad Mexicana de Control Biologico. Hermosillo, Sonora, Mexico. pp. 178-180.

Nava C., U. y M. Ramirez D. 2002. Manejo integrado de plagas de nogal. En*:* Tecnologia de produccion en nogal pecanero. CELALA- CIRNOC-INIFAP Matamoros, Coahuila. Libro técnico no.3. pp. 145-172.

Ricci, M., S. Padin, J. Ringuelet y A. Kahan 2006. Utilización de aceite esencial de Lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) como repelente de *Diuraphis noxia* Kurdj. (Hemiptera: Aphididae) en trigo. *Agricultura T*ecnica 66: 256-263.

Sáenz G., Ibave G. J. L., Peña M. R. 1994. Fluctuación Poblacional y estructura del complejo de pulgones (Homoptera: Aphibdae) en el cultivo del nogal (*Carya illinoencis* Wong). En Memorias. VI Congreso nacional de horticultura. Sociedad Mexicana de Ciencias Horticolas. P.103.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2018. Obtenido de: http:// https://www.gob.mx/siap

DISTRIBUCIÓN DE LAS COMUNIDADES MICROBIANAS EN SUELOS BAJO DISTINTOS MÉTODOS DE LABRANZA EN AGROECOSISTEMAS SEMIÁRIDOS DE MÉXICO

DISTRIBUTION OF MICROBIAL COMMUNITIES IN SOILS UNDER SEVERAL TILLAGE METHODS IN SEMIARID AGROSYSTEMS OF MEXICO

Erika Nava-Reyna[2*], Kassandra Santellanez-Arreola[1], Miguel Ángel Martínez-Gamiño[3], Vicenta Constante-García[2], Cristina García-de la Peña[4]

[1]Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional de Zonas Áridas. Carretera Gómez Palacio - Ciudad Juárez, 35230, Bermejillo, Durango. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CENID-RASPA. Margen Derecho Canal del Sacramento km. 6.5, Zona Industrial 4ª Etapa, 35140, Gómez Palacio, Durango, México. [3]INIFAP, CIRNE-Campo Experimental San Luis. Carretera San Luis Potosí-Matehuala km 14.5, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, 78431, San Luis Potosí, S.L.P. [4]Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas. Av. Universidad S/N, Fracc. Filadelfia, 35020, Gómez Palacio, Durango. nava.erika@inifap.gob.mx

RESUMEN

La implementación de labranzas en los sistemas agrícolas, tiene como objetivo perturbar la superficie del suelo y aumentar la disponibilidad de la materia orgánica del suelo (MOS). Sin embargo, este tipo de manejo puede ocasionar disminución de la calidad del suelo, incluyendo la afectación de las comunidades microbianas del suelo, agentes esenciales en la mineralización de la materia orgánica y los ciclos biogeoquímicos. Así, la agricultura de conservación representa una gran herramienta para disminuir el impacto de la agricultura sobre la salud del suelo. Por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo estudiar el efecto acumulado de 25 años de la implementación de distintos sistemas de labranza sobre la distribución de las comunidades microbianas del suelo. Los resultados obtenidos demostraron un efecto positivo de la agricultura de conservación sobre las poblaciones bacterianas, fúngicas y de actinomicetos. No obstante, es necesario realizar estudios posteriores para apreciar la evolución del efecto acumulado a largo plazo de este estudio e identificar los principales microorganismos presentes en el suelo.

ABSTRACT

Implementation of tillage in agricultural systems, aims to disturb the soil surface and increase the availability of soil organic matter (SOM). However, this type of management can cause a decrease in soil quality, including the affectation of soil microbial communities, essential agents in the mineralization of organic matter and biogeochemical cycles. Thus, conservation agriculture represents a great tool to reduce the impact of agriculture on soil health. Therefore, the present research aimed to study the cumulative effect of 25 years of the implementation of different tillage systems on the distribution of soil microbial communities. Results demonstrated a positive effect of conservation agriculture on bacterial, fungal and actinomycete populations. However, further studies are necessary to appreciate the evolution of the long-term accumulated effect of this study and to identify the main microorganisms present in the soil.

INTRODUCCIÓN

Las prácticas de labranza de los sistemas agrícolas hacen uso de diferentes herramientas para la preparación del suelo, con el objetivo de perturbar la superficie y aumentar el intercambio de materia orgánica del suelo (MOS). No obstante, la intensidad y continua mecanización de las labranzas tradicionales conllevan a la compactación del suelo, lo que provoca cambios en el balance hídrico y disminuye la infiltración (Kallenbach & Grandy, 2011). En los últimos años, se han desarrollado prácticas sustentables para los procesos de cultivo y de esta manera obtener una mejora en la calidad y estabilidad las propiedades del suelo, reduciendo factores como la erosión y la compactación del suelo, además de la perdida de nutrientes. cuales sufren cambios en la cantidad y composición de la biomasa microbiana en el suelo (BMS), la cual posee efectos sobre la disposición y descomposición de residuos vegetales y la tasa de mineralización de la MOS (Cheng *et al*., 2017).

Las comunidades microbianas son de importancia para los ciclos biogeoquímicos y para muchos de los servicios ecosistémicos del suelo. En ellas, existen bacterias que influyen en el ciclo de todos los elementos fundamentales, principalmente en la fijación de N (Lin & Lu, 2015; Serrano *et al*., 2014), mientras que los hongos conllevan a la biodegradación y fermentación de la MOS. En conjunto, todos los microorganismos del suelo, cumplen funciones específicas para los sistemas de producción debido a que pueden afectar el crecimiento radicular, la demanda de nutrientes, el crecimiento y la resistencia al estrés (Adesemoye & Kloepper, 2009; Qiu *et al*., 2018). De esta manera, dentro de los sistemas de producción ocurren interacciones del suelo y microbiota, que afectan la productividad de los cultivos. Así, el análisis de la distribución de los microorganismos del suelo permite relacionar los efectos de los diferentes sistemas de labranza, sus efectos sobre los servicios ecosistémicos y la calidad de los suelos a largo plazo (Cid & Carmona, 2014). En base a lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto acumulado por 25 años de diferentes sistemas de labranza sobre las poblaciones microbianas en suelos del Altiplano Potosino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de las áreas de estudio. El estudio se llevó a cabo en el lote experimental en el Campo Experimental INIFAP, ubicado en Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí. Se evaluaron siete tratamientos distribuidos en un diseño de bloques al azar y dos repeticiones. Cada tratamiento se estableció en parcelas de 10 surcos a 0.80 m entre sí o cinco camas de 1.60 m por 30.0 m de largo. (Tabla 1), los cuales han sido manejados por 25 años. En los tratamientos con barbecho, se realizó con arado de discos a una profundidad de 0.30 m. La rastra fue a una profundidad de 0.15 m y el multiarado a 0.30 m. Todos los tratamientos se realizaron antes de la siembra de maíz (Ceres XR-45, 69,000 plantas/ha), avena (Cuauhtémoc, 60 kg/ha) y triticale forrajero (Arne, 60 kg/ha) asociado con chícharo (20 kg/ha). Para maíz, se fertilizó con la fórmula 200-100 00, mientras que para avena y triticale forrajero se empleó el tratamiento de fertilización 90-40-00. En todos los cultivos se aplicó el 50% del nitrógeno y 100% del fósforo en la siembra y el 50% restante de nitrógeno en la primera escarda.

Tabla 1. Descripción de los sistemas de labranza de estudio.

Tratamiento	Descripción
T1. Barbecho+ rastra	Tratamiento tradicional de preparación del suelo (Se voltea el suelo de 25 a 30 cm de profundidad).
T2. Rastra	Solo con rastra (los discos de la rastra penetren como mínimo 12 cm de profundidad).
T3. Multiarado	De 1995 a 2018 se trabajó con rastra y labranza vertical. Su manejo actual es de labranza cero.
T4. Labranza cero + 0% cobertura	Labranza cero y sin cobertura de rastrojo. Siembra directa.
T5. Labranza cero + 33% cobertura	Labranza cero con 33% de cobertura (1.3 t/ha de rastrojo anual).
T6. Labranza cero + 66% cobertura	Labranza cero con 66% de cobertura (2.6 t/ha de rastrojo anual).
T7. Labranza cero + 100% cobertura	Labranza cero con 100% de cobertura (4 t/ha de rastrojo anual).

Muestreo y disposición de la muestra. Se tomaron 4 muestras de suelo al azar de 0-10 cm de cada tratamiento, para obtener una muestra compuesta del suelo. Las muestras fueron identificadas y colocadas en bolsas de plástico, almacenadas a 4°C hasta su análisis. El suelo fue secado al aire, los residuos vegetales fueron retirados, y finalmente se tamizó directamente a 2 mm de tamaño de partícula antes del análisis.

Cuantificación de bacterias, hongos y actinomicetos aeróbicos cultivables. Se determinaron las unidades formadoras de colonia por ml (UFC/ml) de bacterias heterotróficas totales, hongos y actinomicetos, en agar soya tripticaseína, agar papa dextrosa y sales minerales-almidón-caseína, respectivamente. Se implementó el método de conteo en placa (Germida & De Freitas, 2006).

Análisis estadístico. Se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (<50 datos) y homogeneidad de varianza a cada conjunto de datos. Posteriormente, al ser normales los datos, se realizó prueba One-Way ANOVA para muestras independientes al 95% de confianza en el programa IBM SPSS Statistics 25 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). En el caso del conteo de hongos, al no ser normales ni homogéneos, se realizó una prueba Kruskal Wallis en el programa estadístico MedCalc versión 13.0.6.0 (MedCalc, Mariakerke, Belgium).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del conteo de bacterias (Figura 1) demostró que existe diferencia significativa entre tratamientos (F=7.476, P=0.001), siendo el T5 con labranza cero + 33% cobertura el tratamiento que presentó el mayor nivel de UFC/g suelo, mientras que T3 y T6 fueron los que obtuvieron una menor concentración.

En cuanto a Actinomicetos, el estudio demostró diferencias significativas entre los sistemas de labranza de estudio (F=3.183, P=0.035); en este caso, el T1 obtuvo mayor UFC/g suelo, mientras que T2 y T4 fueron los que presentaron el menor número de Actinomicetos. Particularmente los tratamientos de labranza de conservación aumentan su concentración de UFC/g suelo de manera ascendente partiendo de T4, T5, T6 hasta T7.

Los diferentes tipos de sistema de labranza influyen significativamente en las UFC de hongos /g suelo (H = 14.18, g.l. = 6; P = 0.018). El mayor número de hongos lo se obtuvo en el T5 (M

= 18.33), sin diferencia significativa con el T6 (M = 16.75). Los tratamientos T2 y T7 fueron los que menor UFC/g de suelo presentaron (M=4.5 en ambos casos).

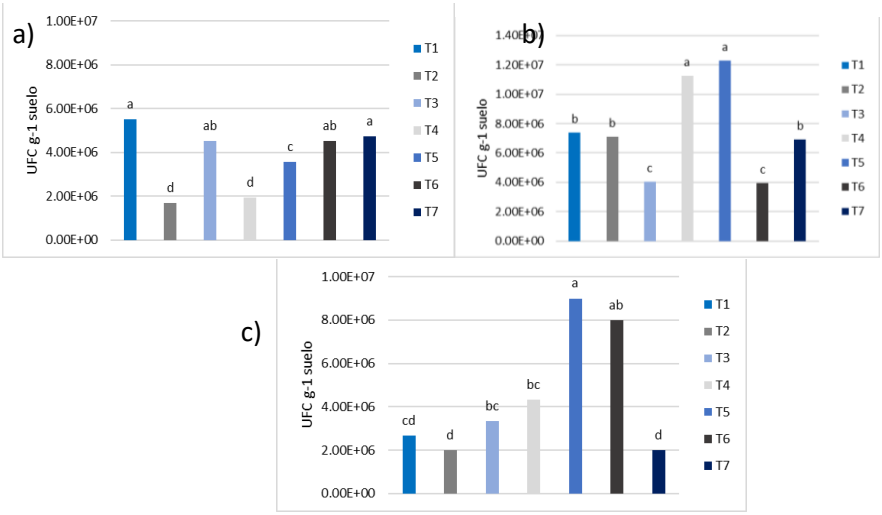


Figura 1. Contenido de UFC/ g suelo de bacterias totales (a) y actinomicetos (b) y hongos totales (c) luego de un efecto acumulado de 25 años de tratamiento.

Las prácticas de manejo implementadas en los sistemas agrícolas tienen un efecto en los procesos de humificación y mineralización de la materia orgánica, que, a su vez, depende de parámetros fisicoquímicos y factores abióticos, su velocidad de oxidación química y actividad biológica (Gordillo, 2016). Después de evaluar diferentes métodos labranza García *et al*. (2018), reportó un aumento en los niveles de UFC/g suelo de hongos del tratamiento consistente en labranza de conservación + 30% de cobertura vegetal, mientras que la cuantificación de bacterias presentó un aumento en los tratamientos de labranza reducida y al igual que los hongos en el de labranza de conservación, a diferencia su tratamiento de siembra directa, el cual no fue removido ni adicionado con residuos vegetales. Así mismo, en el estudio realizado por González *et al*. (2017), se evaluaron diferentes métodos de labranza y se reportó una mayor concentración en los niveles de UFC/ g en las poblaciones de bacterias, actinomicetos y hongos bajo el tratamiento de labranza cero + 0% de cobertura vegetal. Estos resultados concuerdan con lo obtenido en esta investigación, donde las poblaciones microbianas parecen tener un efecto positivo por la agricultura de conservación en diferente medida, lo cual se podría interpretar como el aumento de la población microbiológica según la disponibilidad de materia orgánica presente. En el caso de los hongos, muchas investigaciones han demostrado un incremento en la población fúngica cuando se utiliza cero labranza en comparación a la labranza convencional (Dai et al., 2015; Wang et al., 2016), específicamente de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), aunque otras han reportado que no existe efecto de la labranza en las comunidades fúngicas, a excepción de que los HMA son más abundantes en la agricultura de conservación y los hongos fitopatógenos en suelos arados (Detheridge et al., 2016). En cuanto a los actinomicetos, Swędrzyńska & Grześ (2015) sugirieron que la humedad es el principal factor que afecta la presencia de los actinomicetes, a diferencia del método de labranza que presentó sólo pequeñas diferencias entre tratamientos durante el pico de vegetación de las plantas en suelos irrigados, razón por la cual los tratamientos de labranza convencional (T1) y de conservación (T7, T6 y T3) no variaron significativamente. No obstante, los resultados sugieren también un incremento en la población de actinomicetos conforme aumenta el porcentaje de cobertura.

La descomposición de la MOS es una manifestación del crecimiento de la actividad biológica, que se traduce en una mejora de la fertilidad y, por tanto, de la calidad del suelo (Guerra, 2015). La presencia de bacterias y actinomicetos está relacionada fuertemente a la formación de humus joven y fijación de nitrógeno en el suelo por medio de los procesos de humificación y mineralización. Así mismo, tienen la capacidad de adaptarse de acuerdo a la disponibilidad de nutrientes, mientras que los hongos tienen la capacidad de hacer simbiosis con las raíces de las plantas y transformar sustratos edáficos en tejidos microbianos; también pueden asimilar entre el 30 y 50% del carbono presente en la materia orgánica (Alvarez *et al.*, 2018; Lugo *et al*., 2016) . De esta manera, se puede determinar que las labranzas de conservación favorecen una mayor estabilidad y accesibilidad la materia orgánica, propiciando la existencia de microorganismos de suelo que juegan un papel crucial en muchos procesos que sustentan la calidad de dicho recurso. Sin embargo, la posibilidad de que predominen hongos, bacterias, o actinomicetos, no solo depende de los métodos de labranza del sistema agrícola, sino también de las condiciones del área de estudio, primordialmente del pH y la retención de humedad, que influencian su proliferación (Paco *et a*l., 2017).

CONCLUSIONES

El empleo de labranzas de conservación sugiere la proliferación de los microrganismos del suelo, a pesar de ello, es necesario realizar estudios posteriores para el estudio de la diversidad en dichas poblaciones, así como identificar los principales organismos presentes luego de 25 años bajo estos sistemas.

REFERENCIAS

Adesemoye, A. O., & Kloepper, J. W. (2009). Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *85*(1), 1–12. https://doi.org/10.1007/s00253-009-2196-0

Alvarez, M., Tucta, F., Quispe, E., & Meza, V. (2018). Incidence of the inoculation of beneficial microorganisms in the strawberry (Fragaria sp.) crop. *Scientia Agropecuaria*, *9*(1), 33–42. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.04

Cheng, Y., Wang, J., Wang, J., Chang, S. X., & Wang, S. (2017). The quality and quantity of exogenous organic carbon input control microbial NO3− immobilization: A meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, *115*, 357–363. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.09.006

Cid, P., & Carmona, I. (2014). *Claves para la viabilidad de la agricultura de conservación en la producción de maíz en regadío Las técnicas de agricultura de conservación se presentan como*. 32–37.

Dai, J., Hu, J., Zhu, A., Bai, J., Wang, J., & Lin, X. (2015). No tillage enhances arbuscular mycorrhizal fungal population, glomalin-related soil protein content, and organic carbon accumulation in soil macroaggregates. *Journal of Soils and Sediments*, *15*(5), 1055–1062. https://doi.org/10.1007/s11368-015-1091-9

Detheridge, A. P., Brand, G., Fychan, R., Crotty, F. V., Sanderson, R., Griffith, G. W., & Marley, C. L. (2016). The legacy effect of cover crops on soil fungal populations in a cereal rotation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *228*, 49–61. https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.04.022

García R., D. Y., Cárdenas H., J. F., & Silva Parra, A. (2018). Evaluación de sistemas de labranza sobre propiedades físico-químicas y microbiológicas en un Inceptisol. *Revista de Ciencias Agrícolas*, *35*(1), 16. https://doi.org/10.22267/rcia.183501.79

Germida, J. J., & De Freitas, J. R. (2006). Cultural Methods for Soil and Root-Associated Microorganisms. In M. R. Carter & E. G. Gregorich (Eds.), *Soil Sampling and Methods of Analysis, Second Edition* (2nd ed., pp. 341–353). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781420005271.ch57

Gordillo, F. (2016). *Efecto de residuos de producción de azúcar en la altura del compost. 4*(3), 2–8.

Guerra, B. (2015). *Estudio del rendimiento productivo del maíz (Zea mays) en suelos Ferralítico Amarillento Lixiviado en la provincia de Pinar del Río . Study of the causes of low yields in the production of basic grains particularly in maize (Zea mays) in soils Leachin*. *29*.

Kallenbach, C., & Grandy, A. S. (2011). Controls over soil microbial biomass responses to carbon amendments in agricultural systems: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *144*(1), 241–252. https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.08.020

Lin, B., & Lu, Y. (2015). Bacterial and archaeal guilds associated with electrogenesis and methanogenesis in paddy field soil. *Geoderma*, *259–260*, 362–369. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.03.001

Lugo Cardona, A. M., Plaza Alzate, L. C., Cisneros Rojas, C. A., & Caicedo Bejarano, L. D. (2016). Evaluación de propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo después de ser usado como sustrato en humedales artificiales. *Ingenium*, *9*(26), 41. https://doi.org/10.21774/ing.v9i26.592

Paco-Pérez, V., Loza-Murguia, M. G., Vino-Nina, L., Calani-Bueno, E., & Serrano-Canaviri, T. (2017). Población fúngica en suelos productores de quinua (Chenopodium quinoa Willd), bajo diferentes sistemas de manejo en la comunidad Kerecaya Municipio de Salinas de Garci Mendoza . *Journal of the Selva Andina Research Society*, *8*(1), 26–47. https://doi.org/10.36610/j.jsars.2017.080100026

Qiu, H., Ge, T., Liu, J., Chen, X., Hu, Y., Wu, J., Su, Y., & Kuzyakov, Y. (2018). Effects of biotic and abiotic factors on soil organic matter mineralization: Experiments and structural modeling analysis. *European Journal of Soil Biology*, *84*(December 2017), 27–34. https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2017.12.003

Sarahyt S. González Figueroa1, 2; Oscar A. Grageda Cabrera1; Jorge Covarrubias Prieto2; Cesar L. Aguirre Mancilla2; Juan C. Raya Pérez2; José Cueto Wong1. (2017). *POBLACIONES MICROBIANAS EN DISTINTOS SISTEMAS DE LABRANZA Y ROTACIÓN DE CULTIVOS EN EL CUARTO CICLO DE SIEMBRA Sarahyt*. *6*(9), 215–222. https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.6(9).3752-60

Serrano-Silva, N., Sarria-Guzmán, Y., Dendooven, L., & Luna-Guido, M. (2014). Methanogenesis and Methanotrophy in Soil: A Review. *Pedosphere*, *24*(3), 291–307. https://doi.org/10.1016/S1002-0160(14)60016-3

Swędrzyńska, D., & Grześ, S. (2015). Microbiological parameters of soil under sugar beet as a response to the long-term application of different tillage systems. *Polish Journal of Environmental Studies*, *24*(1), 285–294. https://doi.org/10.15244/pjoes/25102

Wang, Z., Chen, Q., Liu, L., Wen, X., & Liao, Y. (2016). Responses of soil fungi to 5-year conservation tillage treatments in the drylands of northern China. *Applied Soil Ecology*, *101*, 132–140.

DIVERSIDAD FENOTÍPICA Y MORFOLÓGICA DE LÍNEAS AVANZADAS DE CILANTRO

PHENOTYPIC AND MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF CORIANDER ADVANCED LINES

González-Pérez, Enrique[1*] y Villalobos-Reyes, Salvador[1]

[1]Investigador de Hortalizas en el Campo Experimental Bajío del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Celaya-San Miguel Allende km 6.5, Celaya, Guanajuato, México. C.P. 38110.
*** gonzalez.enrique@inifap.gob.mx.**

RESUMEN

El cilantro en México es consumido en fresco y las variedades cultivadas son de procedencia extranjera. Por lo consiguiente, nuestro objetivo fue evaluar fenotípica y morfológicamente siete líneas avanzadas de cilantro con características agronómicas deseables para producción de biomasa fresca. Con el diseño en bloques completos al azar se sembraron las líneas L9-CB, L13-CB, L17-CB, L21-CB, L25-CB, 29-CB e INI-17. El manejo agronómico se realizó de acuerdo al paquete tecnológico desarrollado en INIFAP. Se determinaron caracteres fenotípicos y morfológicos en planta y semilla. El mejor material para la producción en fresco fue INI-17 por su mayor número de hojas basales (31), biomasa fresca (221 g pta^{-1}) y largo periodo vegetativo, mientras que para la producción de semilla la línea L9-CB (1.12 g pta^{-1}) y L13-CB (1.16 g pta^{-1}) son una opción. Para aumentar la rentabilidad del cultivo de cilantro, es necesario el desarrollo de materiales genéticos con caracteres deseables para los productores.

ABSTRACT

In Mexico, the coriander is consumed in fresh and the cultivated varieties are imported. In consequently, our goal was evaluate phenotypically and morphologically seven advanced lines of coriander with agronomic character desirables for fresh biomass production. The lines L9-CB, L13-CB, L17-CB, L21-CB, L25-CB, 29-CB and INI-17 were sowed in a blocks design completely random. Phenotypic and morphological characters in plant and seed were determinates. The best material for fresh production was INI-17 for its mayor basal leaves number (31), fresh biomass (221 g) and longer vegetative period, while that for the seed production, L9-CB (1.12 g pta^{-1}) y L13-CB (1.16 g pta^{-1}) are the better option. For increase the coriander crop profitability, the development genetic materials of coriander with desirable's characters for growers is necessary.

INTRODUCCIÓN

El cilantro (*Coriandrum sativum* L) es una planta aromática nativa de la región este del Mediterráneo (Ayanoglu *et al*., 2017) que se cultiva en muchas partes del mundo. Los principales países productores son la India, Siria, Turquía, China, Egipto, Marruecos Afganistán, Rusia, Canadá, Túnez, Bulgaria y México. Mientras que Vietnam, Estados Unidos y Bangladesch son los principales países importadores (FAO, 2019; Sharma *et al.*, 2014). En México se siembran más 7,000 hectáreas al año (SIAP, 2019), donde Puebla (3,312 ha) y Baja California Norte (1,227 ha) siembran más del 60% de la superficie destinada a este cultivo. Toda la producción se destina para el mercado en fresco tanto para consumo nacional como de exportación. Durante el último lustro, la exportación de cilantro fresco ha crecido un 100%, siendo Estados Unidos el principal comprador (98 %), seguido de Canadá (1.8%), y otros 15 países de forma intermitente (SIAP, 2019). El rendimiento de biomasa fresca oscila entre 6 y 30 t ha^{-1}, y se asocia principalmente a la época de siembra, variedad, densidad de población, tipo de riego y la fertilización. Mientras que los bajos rendimientos se asocian al manejo rustico de riego por gravedad, siembra manual, bajas dosis de fertilización y uso de semilla criolla. En contraste el mayor rendimiento se alcanza con riego por goteo, semilla certificada, manejo integrado de plagas y enfermedades, y un programa de fertilización apoyado por el análisis de suelo y planta (González *et al*., 2017). En México, el cilantro se consume en fresco como especia por lo que los trabajos sobre su producción se han enfocado en la sanidad y el rendimiento de biomasa fresca. Sin embargo, la información sobre la producción de biomasa seca y de semilla es escasa, por lo que la mayor parte de la semilla utilizada para la siembra es importada. En nuestro país las variedades de cilantro que existen en el mercado son de procedencia extranjera, por lo que, realizar el mejoramiento de genotipos de cilantro de alto rendimiento de hoja y fruto es altamente deseable. Por lo tanto, es importante desarrollar nuevos materiales con características y propiedades sobresalientes desde el punto de vista de la salud y de la industria. Con base en lo anterior el objetivo fue evaluar fenotípica y bioquímicamente siete líneas avanzadas de cilantro con características agronómicas deseables para producción de biomasa fresca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico y manejo agronómico

Se sembraron siete líneas avanzadas de cilantro (Cuadro 1) en agosto de 2019 en el Campo Experimental Bajío del INIFAP, en Celaya, Guanajuato, localizado en las coordenadas geográficas 20º 32’ 05” LN y 100º 48’ 49” LO, a 1750 msnm, durante la temporada otoño-

invierno, bajo las condiciones de temperatura ambiental, precipitación, humedad relativa y evapotranspiración normales de la región del bajío.

Cuadro 1. Líneas avanzadas de cilantro.

No	Accesión	Origen†	Latitud‡	Longitud	Elevación*
1	L9-CB	Mextiquic de Carmona, San Luis Potosí	22°15'03"	101°07'36"	2050
2	L13-CB	Tekax, Yucatan	20°12'42"	89°16'34"	37
3	L17-CB	Tizimin, Yucatan	21°08'10"	88°08'44"	21
4	L21-CB	San Juan Teposcolula, Oaxaca	17°33'03"	97°25'29"	2302
5	L25-CB	San Juan Teposcolula, Oaxaca	17°33'03"	97°25'29"	2302
6	L29-CB	Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tlaxcala	19°19'31"	98°22'44"	2282
7	INI-17	Roque, Celaya, Guanajuato	20°35'50"	100°54'18"	1760

†Lugar donde se colectó o desarrolló el material original.
‡Coordenadas geográficas estimadas con base en el lugar de colecta.
*Metros sobre el nivel del mar.

El lote experimental utilizado fue de 500 m^2 con suelo franco arcilloso. El cilantro se sembró bajo un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones. El arreglo de plantación fue a tres bolillo con separación entre matas y líneas de 25 y 20 cm, respectivamente. En cada punto de siembra se colocaron cinco semillas a 1.5 ± 0.5 cm de profundidad, para lograr una densidad de plantación de 500,000 plantas por hectárea. El cultivo se manejó de acuerdo a lo reportado por González *et al*. (2017). Se utilizó riego por goteo con cintilla de calibre 8000 de 16 mm de diámetro con goteros cada 20 cm con caudal de 1.0 L h^{-1}. Durante el ciclo de cultivo se manejó una lámina total de riego de 38 cm (3,800 m^3 ha^{-1}). En los primeros 20 días después de la siembra (DDS) se aplicó el riego cada dos días con volúmenes de 15 a 20 m^3 ha^{-1} para favorecer la emergencia. Posteriormente el manejo del riego fue con base a la tensión de humedad en el suelo a 20 centibares, medida con un dispositivo TDR colocado entre las matas. La dosis de fertilización (kg ha^{-1}) aplicada consistió de 160N-70P_2O_5-100K_2O-120Ca-90Mg. Para el control de plagas y enfermedades se utilizó sustancias orgánicas como repelentes, extractos naturales, microorganismos benéficos, entre otros permitidos en la producción orgánica (González *et al*., 2017).

Caracteres evaluados

Se evaluaron características fenológicas y morfológicas (Cuadro 2), con base en lo sugerido por Diederichsen y Hammer (2003) y González *et al*. (2017). Los resultados de cada carácter fueron el promedio de cuatro plantas individuales elegidas al azar dentro de cada población. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias por Tukey ($p \leq 0.05$) con el paquete estadístico SAS (SAS, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de las líneas de cilantro mostró diferencias significativas en algunos caracteres fenológicos ($p \leq 0.05$). La emergencia se presentó entre los 12 y 15 días después de la siembra (DDS). Para la DEEF, la línea INI-17 fue tardía al iniciar la emisión del escapo floral a los 86 días, mientras que las demás líneas iniciaron esta etapa a los 58 DDS. La precocidad mostrada por estas líneas deja un margen de cinco días para la cosecha en fresco a diferencia de la línea INI-17 que mostro un margen de 25 días (Cuadro 2). El periodo de crecimiento vegetativo al igual que los días a emergencia (DE) y días a emisión del escapo floral (DEEF) fue mayor en la línea INI-17, seguida de la L17-CB. El inicio de la floración en las líneas precoces comenzó a los 78 DDS y en la línea tardía 20 días después. La cosecha de semilla en líneas precoces fue a los 100 DDS, en la intermedia a los 105 DDS y la tardía a los 125 DDS. Se observó que la línea INI-17 presentó un ciclo mayor en comparación con el resto que son líneas precoces e intermedias, esta línea puede ser destinada para la producción en fresco, mientras que las precoces se sugieren para zonas con clima templado.

Cuadro 2**.** Comparación de caracteres agronómicos en siete líneas avanzadas de cilantro. Otoño-Invierno, 2019.

Carácter	**L9-CB**	**L13-CB**	**L17-CB**	**L21-CB**	**L25-CB**	**L29-CB**	**INI-17**
Días a emergencia (DE)	12.0*‡a	12.0 a	14.0 a	12.0 a	12.0 a	12.0 a	15.0 a
Días a emisión del escapo floral (DEEF)	58.0 a	58.0 a	65.0 b	58.0 a	58.0 a	58.0 a	86.0 c
Días entre emergencia y emisión del escapo floral (DEEEF)	36.0 a	36.0 a	51.0 b	36.0 a	36.0 a	36.0 a	71.0 c
Días a comienzo de la floración (DCF)	78.0 a	78.0 a	84.0 b	78.0 a	78.0 a	78.0 a	98.0 c
Días a cosecha de semilla (DCS)	100.0 b	100.0 b	105.0 b	100.0 b	100.0 b	100.0 b	125.0 ab
Altura de la planta in cm (AP)	51.6 c	71.1 a	53.5 c	53.7 c	58.4 bc	63.4b	76.1 a
Numero de hojas basales (NHB)	17.0 c	17.0 c	24.0 b	26.0 b	19.0 bc	24.0 b	31.0 a
Numero de umbelas (NU)	14.2 a	14.0 a	21.0 b	16.0 a	14.0 a	14.0 a	16.0 a
Producción de biomasa fresca (g)	91.8 c	91.5 c	141.6 b	149.2 b	98.3 c	139.8 b	221.7a
Producción de semilla por planta en g (PSP)	1.12 a	1.16 a	0.57 bc	0.68 b	0.78 b	0.77 b	0.97ab
Peso de 1000 semillas en g (P1000S)	10.7 b	9.7 b	14.1 a	11.2 b	10.5 b	10.9 b	11.2b

*Medias dentro de la fila seguida por la misma letra no son diferentes estadísticamente Tukey ($p \leq 0.05$).

‡Valores medios de tres repeticiones.

En estudios realizados en cilantro se ha determinado que la precocidad de los materiales está determinada por la emisión del escapo floral o punteamiento el cual es influenciado por el fotoperiodo, la temperatura y el cambio en la concentración hormonal endógena (González *et al*., 2017). Bashtanova y Flowers (2011), al evaluar 90 accesiones de cilantro procedentes de la región Caucásica encontraron que el periodo vegetativo del cilantro dura de 31 a 60 días (a partir de la germinación hasta la emisión del escapo floral) y que el tiempo es específico para cada genotipo, pero que en general todos los materiales se comportan igual cuando se cultivan en invierno. Por el contrario, el periodo vegetativo en verano dura de 22 a 45 días porque es afectado por la longitud del día (horas luz) y la temperatura. Ghobadi y Ghobadi (2010), mencionan que durante los primeros 40 DDS el crecimiento es lento y que entre los 40 y 60 DDS la velocidad de crecimiento aumenta y que posterior a los 60 DDS es lento nuevamente. Resultados similares encontramos en las líneas con ciclo de cultivo corto (precoces) (Cuadro 2).

Los materiales evaluados se pueden clasificar en genotipos sensibles a excepción de la línea INI-17 que puede considerarse un genotipo neutral de acuerdo con la clasificación propuesta por Bashtanova y Flowers (2011). Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran dos eventos en la senescencia de las plantas: cuando la roseta madura completamente y cuando termina la floración. Estos resultados podrían indicar eventos independientes y mostrar una relación por el cambio en etapas vegetativas durante la ontogenia de la planta (Guiboileau et al. 2010; Bashtanova y Flowers, 2011).

Con respecto a las variables morfológicas se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), ya que la mayor altura de planta (AP) se registró en las líneas INI-17 y L13-CB con 76.1 y 71.1 cm, respectivamente (Cuadro 2). Resultados similares fueron reportados por Ayanoğlu *et al*. (2002) quienes al evaluar 43 líneas de cilantro registraron AP de 68.3 a 127 cm y Ghobadi y Ghobadi (2010) de 69.6 a 77.7 cm en densidades de plantación de 70 ptas m^2. Mientras que, Hnamte *et al*. (2013) en cilantro cultivado en invierno reporta AP de 40.8 a 63.9 cm, valores por debajo de los obtenidos en el presente trabajo.

El mayor número de hojas basales (NHB) lo mostró la línea INI-17 con 31 hojas basales, seguido de la L17-CB, L21-CB y L29-CB con 25 hojas basales en promedio cada una. Este número de hojas es mayor a los reportado por Ayanoğlu *et al*. (2002) que en 43 líneas de cilantro registro un máximo de 8.7 hojas basales. El mayor número de umbelas (UN) se registró en la L17-CB con 21 umbelas, mientras que el resto presento 15 umbelas en promedio. Estos resultados son valores similares a los reportados por Ayanoğlu *et al*. (2002) (5.8 a 27.4 umbelas por planta) y Ghobadi y Ghobadi (2010) (6.7 a 50.7 umbelas por planta).

En relación con la biomasa fresca (BF), se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) ya que, como era de esperarse la línea INI-17 registró la mayor acumulación de BF con 221.07

g pta^{-1}, seguido de la L17-CB, L21-CB y L29-CB que en promedio obtuvieron 35.4% menos de BF. Mientras que, las otras líneas L13-CB y L25-CB registraron menos de 100 g pta^{-1} de BF (Cuadro 2). Cruz *et al*. (2017) al evaluar diferentes concentraciones de NPK en la variedad Pakistán cultivado en hidroponía registro de 155 a 325 g de BF después de 90 días, valores por encima de los encontrados en este estudio. Las diferencias con los resultados del presente trabajo pueden explicarse por el número de semillas por maceta (3 semillas germinadas por maceta) utilizadas por Cruz *et al*. (2017), que en promedio produjeron entre 51.6 y 108 g pta^{-1} de BF, mientras que en este trabajo se tuvo de 91.5 a 221.7 g pta^{-1} de BF, lo que significaría mayor producción de BF en la línea INI-17. Por otro lado, Rashed y Darwesh (2015) reportan valores de 355 a 860 g de BF en otoño invierno, valores superiores a los reportados en este estudio, pero influenciados por la fecha de siembra y por las características morfológicas de los genotipos empleados y numero de semillas por mata (entre 6 y 8 semillas).

En la producción de semilla por planta (PSP) no hubo diferencias entre las líneas ($p \leq 0.05$), pero la mayor producción se registró en L9-CB y L13-CB con 1.12 y 1.16 g pta^{-1}, respectivamente, mientras que la L17-CB registró la menor producción de semilla con 0.57 g pta^{-1} (Cuadro 2). El mayor peso de 1000 semillas se registró en la L17-CB con 14.1 g, seguido de la L21 e INI-17 con 11.2 g, mientras que las demás líneas presentaron en promedio 10.2 g. Resultados similares fueron reportados por Ghobadi y Ghobadi (2010) quienes al evaluar diferentes genotipos registró un peso de mil semillas de 9.36 a 10.5 g, mientras que Ayanoğlu *et al*. (2002) indican de 7.05 a 17.55 g, valores por encima de lo encontrado en este estudio.

CONCLUSIONES

Del estudio se identificó a INI-17 como la línea con potencial para la producción de biomasa fresca. Esta línea cuenta con atributos morfológicos como el mayor número de hojas basales que le permiten la mayor producción de biomasa fresca, además de tener un ciclo vegetativo más largo, lo que le confiere mayor período de cosecha en campo.

REFERENCIAS

Ayanoğlu, F.; Mert, A.; Aslan, N. and Gürbüz, B. 2017. Seed yield components and essential oil of selected coriander (Coriandum sativum L.) lines. J. Herbs, Species Med. Plants. 9(2):71-76.

Bashtanova, U.B. and Flowers, T.J. 2011. Diversity and physiological plasticity of vegetable genotypes of coriander improves herb yield, habit and harvesting window in any season. Euphytica. 180: 369-384.

Cruz, C.E.; Can, C.A.; Loera, R.L.J.; Aguilar, B.G.; Pineda, P.J. y Bugarin, M.R. 2017. Extracción de N-P-K en Coriandrum sativum'Pakistan' en hidroponía. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8 (2): 355-367.

Diederichsen, A. and Hammer, K. 2003. The infraspecific taxa of coriander (Coriandrum sativum L.). Genet Resour Crop Evol. 50: 33-63.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2019. FAOSTAT. Consultado en diciembre, 2019. http://www.fao.org/faostat/en/#search/coriander

Ghobadi, M.E. and Ghobadi, M. 2010. The Effects of Sowing Dates and Densities on Yield and Yield Components of Coriander (Coriandrum sativum L.). International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering. 4(10): 725-728.

González, P.E.; Villalobos, R.S.; Rodríguez, G.A. y Avilés, B. W.I. 2017. Cilantro (Coriandrum sativum L.) un cultivo ancestral con potencial sub-utilizado. Libro técnico No. 9. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro. México D.F. Méx. 76 p.

Guiboileau, A.; Sormani, R.; Meyer, C. and Masclaux-Daubresse, C. 2010. Senescence and death of plant organs: Nutrient recycling and developmental regulation. Plant Biol Pathol. 333: 382-391.

Hnamte, V.; Chatterjee, R. and Tania, T. 2013. Growth, flowering, fruit setting and maturity behaviour of coriander (Coriandrum sativum L.) with organics including biofertilizers and inorganics. The Bioscan. 8(3): 791-793.

Rashed, N.M. and Darwesh, R. Kn. 2015. A comparative study on the effect of microclimate on planting date and water requirements under different nitrogen sources on coriander (Coriandrum sativum, L.). Annals of Agricultural Science. 60(2): 227-243.

Statistical Analysis System (SAS). 2008. SAS on line Doc. Versión 9.1. SAS Intitute Inc., Cary, North Carolina, USA. 550 p.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2019. Producción agrícola, cíclicos y perenes modalidad riego más temporal. Consultado en Enero 2020. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/306141/Marzo__cilantro__2019.pdf.

Sharma, R.P.; Singh, R.S.; Verma, T.P.; Tailor, B.L.; Sharma, S.S. and Singh, S.K. 2014. Coriander the Taste of Vegetables: Present and Future Prospectus for Coriander Seed Production in Southeast Rajasthan. Economic Affairs. 59(3): 345-354.

DIVERSIDAD GENÉTICA DE LÍNEAS ENDOGÁMICAS DE MAÍZ PARA FORRAJE

GENETIC DIVERSITY OF MAIZE INBRED LINES FOR FORAGE

Odilon Gayosso Barragán[1], Deli Nazmin Tirado González[1], José Ángel Marroquín Morales[2], Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico[3], Sergio Alfredo Rodríguez Herrera[4].

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Agricultura Familiar-INIFAP, Carretera Ojuelos- Lagos de Moreno km 8.5, Ojuelos de Jalisco, Jal. CP. 47540. [2]Campo Experimental Norman E. Borlaung-INIFAP, Calle Norman E. Borlaung km. 12, Cd. Obregón, Sonora, CP.85000. [3]Campo Experimental Las Huastecas, INIFAP, Carretera Tampico-Monte km 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamps. [4]Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. CP. 25315. gayosso.odilon@inifap.gob.mx

RESUMEN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales más importantes, suministra elementos nutritivos a los seres humanos, a los animales y es materia prima básica en la industria. En este estudio se realizó un análisis de agrupamiento y distribución de la diversidad genética de cien líneas endogámicas de maíz para forraje, mediante un análisis de componentes principales (ACP). La diferencia significativa observada entre las líneas sugiere la presencia de una diversidad genética amplia en los genotipos evaluados; además, se proporciona información sobre el potencial de rendimiento de un grupo de líneas endogámicas de maíz, importante para programas de mejoramiento genético de este cultivo. Los patrones de diversidad existentes entre los genotipos evaluados, parecen estar determinados por variación en caracteres de calidad y rendimiento de forraje.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is one of the most important cereals, it provides nutritional elements to humans and animals and is a basic raw material in industry. In this study, a grouping and distribution analysis of the genetic diversity of one hundred maize inbred lines for forage was carried out, through a principal component analysis (PCA). The significant difference observed between the lines suggests the presence of a wide genetic diversity in the genotypes evaluated. Furthermore, information is provided on the yield potential of a group of maize inbred lines, important for genetic improvement programs for this crop. The diversity patterns between the evaluated genotypes seem to be determined by variation in quality traits and forage yield.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales más importantes, suministra elementos nutritivos a los seres humanos, a los animales y es una materia prima básica en la industria; está relacionado directa e indirectamente con muchos sectores productivos, de allí su importancia en la agroalimentación y en la industria (Ayala- Espinosa *et al.* 2019). En el caso del consumo animal, se utiliza como forraje fresco, ensilado o rastrojo, destinando su uso principalmente en la época de estiaje (Luna *et al*., 2013). En las cuencas lecheras de México, el ensilado de maíz se utiliza comúnmente en la alimentación del ganado lechero, puede constituir de 30 a 40% de la ración, en base seca, de vacas en producción (González *et al*. 2005). La superficie total sembrada de maíz para ensilaje en México en 2018, fue de 602 617 hectáreas, una producción total de 16 820 586 toneladas y rendimiento promedio de 29.2 t ha^{-1}. Los estados con mayor superficie de maíz para ensilaje sembrada son Jalisco con 236 344 has, Zacatecas con 97 108 has, Durango con 64 599 has, Aguascalientes con 59 647 has, Chihuahua con 35 404 has y Coahuila con 25 784 has (SADER-SIAP 2018).

El conocimiento de la diversidad genética en líneas endogámicas de maíz es indispensable en un programa de mejoramiento genético, pues permite la identificación de caracteres agronómicos sobresalientes (Sánchez-Hernandez *et al.,* 2011). En este estudio se realizó un análisis de agrupamiento y distribución de la diversidad genética de cien líneas endogámicas de maíz para forraje, mediante un análisis de componentes principales (ACP).

MATERIALES Y METODOS

Se evaluaron 100 líneas de maíz con diferente nivel de endogamia y origen, procedentes del banco de germoplasma del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMyT). La siembra en campo se realizó en Agua fría, Puebla (812 msnm, 20º 27' Lat. N, 97º38' Long. O), el 19 de diciembre del 2018. La densidad de plantación fue de 83,000 plantas por hectárea. En la fertilización, el 20% de urea se aplicó al momento de la siembra, dos posteriores aplicaciones del 40% respectivamente se realizaron en etapa de floración y amarre de fruto. El control de malezas se realizó con la aplicación del producto Callisto® a dosis de 300 cm^3 ha^{-1} y para el control de insectos plaga se realizaron aplicaciones de Denim® 19 CE y Lorsban™ 4 EC a dosis de 100 mL ha^{-1} y 1.0 L ha^{-1} respectivamente. Se tomaron datos de las variables: Días a floración masculina (DFM), Días a floración femenina (DFF), Altura de mazorca (AM), Altura de planta (AP), Diámetro de tallo (DT), Rendimiento de forraje verde (RFV). El análisis para fibra neutra (FDN) y acida (FDA) se realizó bajo el principio de Van Soest (1991), utilizando un analizador de fibras ANKOM 220. Los resultados de las variables se sometieron a un análisis de varianza y prueba de comparación de promedios de Tukey, en

el programa estadístico SAS, mediante un modelo de bloques completes al azar. Se realizó análisis de componentes principales y análisis clúster para la identificación de grupos con las características evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observan los estadísticos básicos para cada variable, todas ellas con diferencias significativas. Para días a floración femenina (DFF), se destaca por su precocidad el genotipo CLYN63 con 71 DFF. También las líneas CSL1672, CML563, CSL1732, CLRCYQ49 pueden considerarse entre las precoces con 74, 74, 76 y 76 DFF respectivamente. Para floración masculina (DFM) se detectaron por su precocidad los genotipos CML427, CSL1672, CML563, SCL1669, CLRCYQ49 con 72, 74, 74, 77 y 77 DFF respectivamente.

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas para variables agronómicas y de calidad de forraje en 100 líneas endogámicas de maíz.

Estadísticas	DFF	DFM	RF	AP	AMZ	DT	FDA	FDN
Media	81.68	82.43	36.46	170.06	81.65	20.14	48.06	72.4
Error estándar de la media	0.21	0.20	0.74	1.6	1.05	0.29	0.35	0.38
Desviación estándar	3.05	2.86	10.5	23.9	14.9	4.14	5.0	5.3
CV (%)	1.8	2.0	7.9	5.0	4.9	5.0	2.4	1.8

DFF: Días a floración femenina; DFM: Días a floración masculina; RF: Rendimiento de forraje (t ha^{-1}); AP: Altura de planta (cm); AMZ: Altura de mazorca (cm); DT: Diámetro de tallo (mm); FDA: Fibra detergente acida (%); FDN: Fibra detergente neutra (%); CV: Coeficiente de variación.

Para la variable altura de planta (AP), las líneas con los valores más altos fueron CLWN701, CLWN630, CLQRCWQ8, CLWN775, CLRC4041 con valores de 239, 221, 220, 219 y 215 centímetros, respectivamente. Para altura de mazorca (AMZ) los valores superiores corresponden a las líneas CLWN701, CLWN345, CLWN775, CLWN630, CLWN379 con 127.7, 110.2, 111.5, 109.2 y 106.0 centímetros, respectivamente.

Para rendimiento de forraje verde (t ha^{-1}) la diferencia significativa observada entre las líneas sugiere la presencia de una diversidad genética amplia en los genotipos evaluados, a pesar de que la media de rendimiento fue de 36.4 t ha^{-1}, se observan valores que van desde 71.09, 68.59, 62.12, 56. 56, 55.31 t ha^{-1} para el caso de las líneas CLWN345, CLWN701, CLRCW96, CML563, CLWN509 respectivamente con mayor potencial de rendimiento, hasta 31.28, 30.78, 30.65, 30.46, 29.84, t ha^{-1} para CSL1610, CSL168, CSL1620, CSL1675, CLRCYQ69 como las líneas con el rendimiento más bajo. Los valores de rendimiento en líneas con mayor

potencial superaron al promedio nacional de 36.12 t ha^{-1} (SADER-SIAP, 2018) y son similares a los registrados por Peña *et al*. (2008) y Castillo *et al*. (2009), con rendimientos que varían entre 70 y 95 t ha^{-1}. Por su parte Sánchez *et al*. (2011) reportan rendimiento de forraje promedio de 44.2 y 32.5 t ha^{-1} en genotipos de maíz, evaluados en Oaxaca México. Núñez *et al*. (2001) evaluaron en el norte de México, la producción de forraje en maíces precoces e intermedios de origen tropical y templado en condiciones de riego, encontrando rendimiento de forraje verde de 52.8 a 75.6 t ha^{-1}.

Para fibra detergente acida (FDA), el valor promedio fue de 48.06%; sin embargo, resaltan las líneas CLRCY017, CLWQH2N75, CSL1612, CSL1620, CLYN548, CLYN482, CSL1732, CLYN631 como los genotipos con menor concentración de FDA, con valores de 34.8, 36.9, 37.7, 38.612, 39.4, 39.8, 40.1 y 40.2 %, respectivamente.

Para el caso de FDN, el valor promedio fue de 72.4%, con valores observados para esta característica establecidos en el rango de 59.01 a 87.48%. Se observa que los genotipos CLYN482, CSL1612, CSL1612, CLRCY017, CLYN531, CML427, CLWQH2N75, CLYN540 y CLYN548 presentaron la menor concentración de FDN, con valores de 59.01, 59.12, 60.52, 60.87, 61.65, 61.98, 62.27, 62.58 y 63.746 %, respectivamente.

El análisis de la dispersión y distribución de la diversidad de las líneas endogámicas evaluadas se exploró mediante el análisis de componentes principales (ACP). El ACP fue computado con ocho variables seleccionadas. Los vectores característicos asociados a los cuatro primeros componentes principales del análisis de las variables se presentan en la Tabla 2. Los dos primeros componentes principales explican el 65.34 % de la varianza total. Se alcanza una explicación del 89.7 % de la varianza total, cuando se toman los cuatro primeros componentes. El primer componente principal (CP1) presenta una mayor asociación con los caracteres días a floración masculina y femenina; mientras que el segundo componente está definido mayormente por caracteres de calidad de forraje (FDA, FDN) y agronómicos (AP, AMZ, DT y RF) (Cuadro 2). Con base en las variables de mayor aportación a la variabilidad general, los patrones de diversidad existentes entre los genotipos evaluados, parecen estar determinados por variación en caracteres de calidad y rendimiento de forraje.

Cuadro 2. Valores y vectores característicos asociados a los cuatro primeros componentes principales del análisis de ocho variables agronómicas y de calidad de forraje en 100 líneas endogámicas de maíz.

Variables	Vectores característicos			
	CP1	CP2	CP3	CP4
Fibra detergente acida (%)	0.419	-0.003*	0.552	-0.016*
Fibra detergente neutra (%)	0.396	0.077*	0.565	-0.215*
Altura de planta (cm)	0.450	-0.027*	-0.365	-0.179*
Altura de mazorca (cm)	0.436	0.069*	-0.337	-0.401
Diámetro de tallo (mm)	0.317	-0.124*	0.007*	0.834
Rendimiento de forraje (t ha^{-1})	0.412	-0.060*	-0.350	0.194*
Días a floración femenina	-0.017*	0.698	-0.009*	0.107*
Días a floración masculina	0.042*	0.694	-0.059*	0.116*
Valor característico	3.248	1.978	1.115	0.832
Proporción de la varianza explicada (%)	40.609	24.734	13.945	10.411

CP1, CP2, CP3 y CP4 = Componente principal 1, 2, 3 y 4; respectivamente; * = Variables con mayor asociación con el componente principal respectivo.

La dispersión de las líneas endogámicas de maíz pertenecientes a seis grupos, con base en los dos primeros componentes principales, se representa en la Figura 1; en ella se pueden definir tres grandes complejos, el primero de ellos formado por los grupos 2, 5 y 6 (CSL1612, CSL1615, CSL1614, CSL1617, CSL1619, CSL1620, CSL1634); el segundo formado por los grupos 1 y 4 (CLRCYQ49, CSL1732, CSL1647, CSL1649, CSL1672, CML427, CLYN540); y el tercero por el grupo 3 (CLRCW96, CLWN345, CLWN379, CLWN630, CLWN775, CLWN701, CLRC4041 Y CLQRCWQ83).

CONCLUSIONES

La diferencia significativa observada entre las líneas sugiere la presencia de una diversidad genética amplia en los genotipos evaluados. Los patrones de diversidad existentes entre líneas endogámicas evaluadas, parecen estar determinados por variación en caracteres de calidad y rendimiento de forraje.

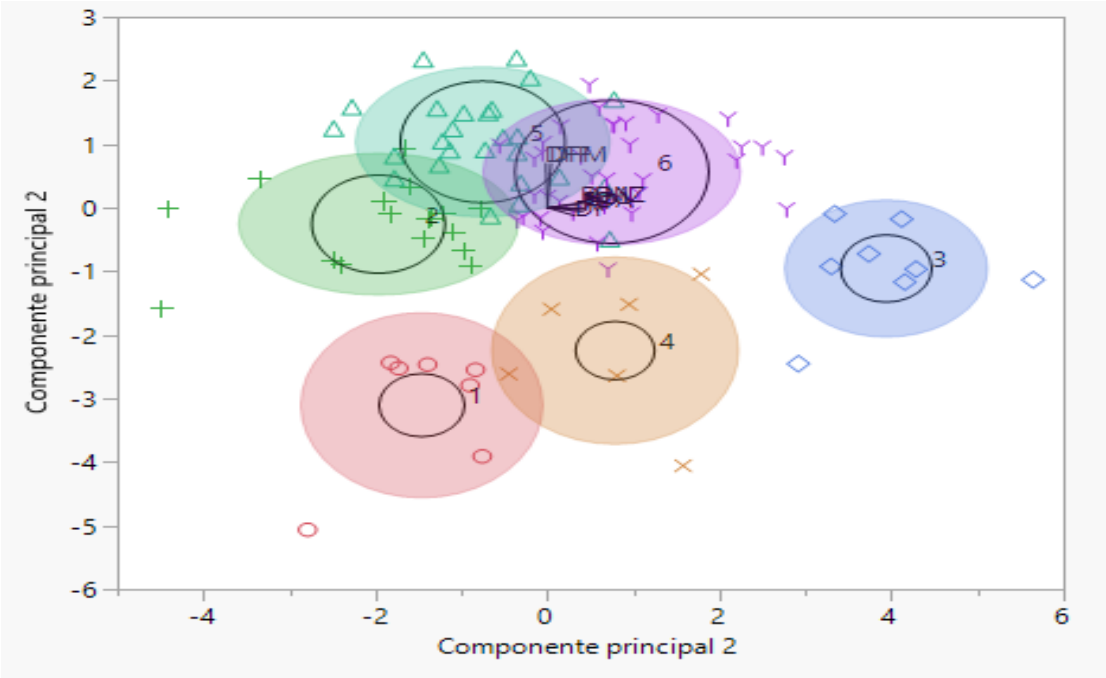


Figura 1. Dispersión de 100 líneas endogámicas de maíz, en base a los dos primeros componentes principales del análisis de variables agronómicas y de calidad de forraje.

REFERENCIAS

Ayala-Espinosa, J.L., Quirós-Quirós, E., Saravia-Tasayo, P.L. (2019). Los maíces nativos de México: alternativas para la generación de valor y desarrollo de oportunidades en el sector agroalimentario. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. México. Pp. 184.

Castillo, J.M., Rojas, B.A., Wing, J.R. (2009). Nutritional value of silage made with a mixture of corn and mung bean (*Vigna radiata*). *Agron. Costarric.* 33: 133–146.

González, C.F., Peña, R.A., Núñez, H.G., Jiménez, G.C. (2005). Efecto de la densidad y altura de corte en el rendimiento y calidad de forraje de maíz. Rev. Fitotec. Mex. 28(4):393-397.

Luna, O.J.G., Garcia, H.J.L., Preciado, R.P., Fortis, H.M., Espinoza, B.A., Gallegos, R.M.A., Chavarría, G.J.A. (2013). Evaluation of hybrids from simple crosses using maize elite landraces with forage outstanding characteristics for a Mexican arid land. *Trop. Subtrop. Agroecosys* 16(1):119-126.

Núñez, H.G., Faz, R.C., Tovar, G.M., Zavala, G.A. (2001). Corn hybrids for forage production with high digestibility in northern Mexico. *Técnica Pecuaria en México*, 39, 77–88.

Peña-Ramos, A., González-Castañeda, F., Núñez-Hernandez, G., Preciado-Ortiz, R., Terrón-Ibarra, A., Luna-Flores, M. (2008). H-376, corn hybrid for forage and grain production in el bajío and the north central part of México. *Rev. Fitotec. Mex.* 2008, 31, 85–87.

Sánchez-Hernández, M.A., Aguilar-Martinez, C.U., Valenzuela-Jiménez, N., Sánchez-Hernández, C., Jiménez-Rojas, M.C., Villanueva-Verduzco, C. (2011). Plant density and growth of forage maize genotypes. *Agronomía mesoamericana* 22, 281–295.

SADER-SIAP. Cierre de la produccion agrícola por cultivo. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural–Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2018). Online document: http:// infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do

Sánchez-Hernández, M.A., Aguilar-Martinez, C.U., Valenzuela-Jiménez, N., Sánchez-Hernández, C., Jiménez-Rojas, M.C., Villanueva-Verduzco, C. (2011). Plant density and growth of forage maize genotypes. Agronomía mesoamericana 22, 281–295.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74:3583–3597.

DIVERSIDAD MORFOMÉTRICA EN HOJAS DE GUAYABO MEDIANTE VISIÓN COMPUTARIZADA

MORPHOMETRIC DIVERSITY ON GUAVA LEAVES USING COMPUTER VISION METHODS

Díaz-García, Luis Antonio[1,*], Padilla-Ramírez, José Saúl[1]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. C.P. 20676.
[*]autor principal: diaz.antonio@inifap.gob.mx

RESÚMEN

El guayabo es una especie frutícola de gran diversidad fenotípica. Hasta ahora, la mayoria del los estudios en guayabo se han enfocado en cuantificar la variación fenotipica que exhiben los frutos, particularmente de los caracteres relacionados con la apariencia física (tamaño, forma, color) y su perfíl metabólico. Observaciones recientes en un panel diverso de guayabo sugieren la existencia de gran variabilidad fenotípica en hoja de guayabo, aspecto que ha sido poco estudiado hasta el momento. En este estudio, se cuantificó de manera precisa la diversidad morfométrica de hojas de guayabo en un panel diverso compuesto por más de 225 accesiones provenientes de México y otros paises del mundo. Este análisis consisitió en la digitalización de hojas y posterior análisis mediante modelado de forma en Momocs y R. En total, se analizaron más de 2000 hojas individuales utilizando descriptores tradicionales tales como largo, ancho, área, perímetro y aspecto, así como componentes principales (CP1) derivados de Análisis de Componentes Principales (ACP) de forma. Además, se registraron datos de colorimetría y SPAD en campo, esto con el objetivo de investigar posibles correlaciones con caracteres de tamaño o forma. Este análisis reveló gran diversidad fenotípica tanto en forma, tamaño y color de hoja. Respecto a tamaño de hoja, se obseraron diferencias importantes (cercanas al doble) entre aquellas accesiones con las hojas más grandes y aquellas con las menores. Respecto a forma, la mayor fuente de variación observada estuvo relacionada con el aspecto (elongación), carácter que fue medido precisamente tanto por descriptores tradicionales como el CP1 del ACP. Componentes principales subsecuentes (CP2-5) explicaron variación de forma de hoja más criptica y dificilmente explicable por descriptores tradicionales. Se observó alta correlación sólo entre variables del mismo tipo (relacionadas con tamaño, forma, o color). Este estudio muestra la utilizada de las estrategias de visión computarizada para la cuantificación precisa y masiva de variación fenotípica en orgános de plantas.

ABSTRACT

Guava is a fruit crop species that exhibits great phenotypic diversity. Until now, most of the studies in guava have been focused on quantifying fruit phenotypic diversity, particularly those traits related with fruit appearance (size, shape, color) and metabolites. Recent observations in a guava diverse panel suggested the existence of large phenotypic diversity in leaves, something that has been poorly studied before. Here, we precisely quantified the morphometric diversity of guava leaves collected from a diversity panel composed by more than 225 accessions from Mexico and other countries of economic importance for this fruit crop. Our analysis consisted in the analysis of guava leaves shapes using Momocs and R. In total, we analyzed more than 2000 individuals leaves using traditional descriptors such as leaf length, width, projected area and aspect ratio, as well as principal components (PC) derived from Principal Component Analysis (PCA). Additionally, we performed colorimeter and SPAD leaf measurements in order to investigate potential correlations with size and shape traits. In general, our analysis revealed great phenotypic diversity for leaf size, shape and color. For size, we observed 2X differences when comparing small and large leaves. For shape, we observed that aspect ratio was the main source of variation, which was also precisely measured with PC1. Further PCs (PC2-5) explained cryptic variation hardly measured using traditional descriptors. There was a high correlation only between traits of the same group (size, shape and color). Our study also shows the usefulness of computer vision strategies to quantify, in a precise and scalable manner, the phenotypic diversity of plant organs.

INTRODUCCIÓN

El guayabo (*Psidium guajava* L.) es una especie frutícola de la familia Myrtaceae con importancia económica en más de 60 países (Nakasone and Paull, 1998, Padilla-Ramirez 2007). El centro de domesticación de esta especie es aún debatido (Mata y Rodriguez, 1990; Dinesh e Iyer, 2005; Ortega et al. 2000), sin embargo, se señala a América Central como probable origen (Morton 1987). Dentro de los paises con mayor producción de guayaba se encuentran India, China, Brasíl y México (FAO, 2018). En México, los estados con mayor producción de guayaba son Michoacán, Zacatecas y Aguascalientes (SIAP, 2018). En términos nutricionales, la guayaba es una excelente fuente de vitamina C (200-400 mg/100 g de fruto fresco) además de otros metabolitos y minerales tales como licopeno, ß-caroteno, vitaminas B1 y B2, calcio, magnesio, potasio, hierro y fósforo (Gonzalez et al. 2002; Vasco et al 2003; Nimisha et al. 2013). El guayabo es una especie con amplia diversidad en prácticamente todas las regiones tropicales del planeta (Coebly 1976). En esta y otras especies frutícolas, se han publicado numerosos estudios que han cuantificado la variación

fenotípica en frutos colectados de bancos de germoplasma, paneles de diversidad, poblaciones de mapeo, líneas, híbridos, etc., la mayoría de ellos utilizando descriptores tradicionales como largo, ancho, aspecto (largo/ancho), características internas de fruto, metábolitos de interés, entre otros (Bashir y Abu-Bakr 2003, Padilla Ramírez et al. 2007; Padilla-Ramírez et al. 2014 Martínez-Nicolas et al. 2016; Sánchez-Mora et al. 2019; Manco et al. 2019). Basado en observaciones preliminares de campo, existe variabilidad fenotípica importante en forma, tamaño y color de hojas de guayabo, sin embargo, hasta ahora este tema no se ha explorado. Recientemente se han implementado novedosas metodologías para el fenotipado masivo de hojas que permiten obtener mediciones muy precisas de la variación fenotipica, sobre todo la relacionada con la forma (Migicovsky et al. 2018; Schlautman et al. 2020). Entre estas destacan por ejemplo homología persistente (HP) y análisis de componentes principales de forma (ACP, Li et al. 2017; Li 2018 et al. 2018). Estas dos metodologías utilizan representaciones digitales de hojas para el posterior procesamiento y análisis que incluye 1) digitalización de hoja mediante escaners convencionales, 2) extracción de fondo y reconocimiento de objetos de interés (hojas en este caso), 3) definición de contornos, 4) cuantificación de descriptores tradicionales (por ejemplo, largo, ancho, área, etc.), y 5) modelado de forma mediante estrategias como HP o ACP de forma.

En el presente estudio se caracterizó la variabilidad fenotipica en hojas colectadas de un panel diverso de guayabo. Para esto, se utilizó análisis de imágenes en R, procesamiento automatizado, y morfometría mediante análisis de componentes principales y descriptores elípticos de Fourier. Este estudio muestra la capacidad de los métodos morfométricos para cuantificar la variación en la forma de hoja de guayabo, que difícilmente es capturada por descriptores tradicionales. Así mismo, se reveló la gran diversidad fenotípica presente en hojas de guayabo, y su probable uso como estrategia para discriminar materiales de interés.

MATERIALES Y METODOS

Panel de diversidad

El panel de diversidad de guayaba analizado en este estudio consta de 351 árboles, y se encuentra ubicado en el Sitio Experimental “Los Cañones” del INIFAP, en Huanusco, Zacatecas, México. En este panel existen 225 materiales únicos, es decir, existen multiples plantas clones por accession (1-9 plantas clones). La mayoría de los materiales corresponden a la especie *P. guajava* (n=222), aunque también se incluyen *P. guinensse* (n=1), *P. cattleilianum* (n=1), y *Feijoa* spp (n=1). Respecto a origen de las accesiones, la mayoría de los materiales provienen de México (187), seguido de Cuba (6), Colombia, Brasil, India (4 cada uno), Venezuela (2), Sudáfrica, Honduras, y Bolivia (1 cada uno). Las altitudes mínima y

máxima de los sitios de origen fue 0 y 2000 msnm, respectivamente. De los materiales colectados en México, la mayoría provino de Jalisco (23), Michoacán (21) y Nayarit (20). Este panel está descrito con mayor detalle en Padilla-Ramírez et al. 2007.

Colecta de material vegetal, digitalización de hojas, y lectura de color

Durante el ciclo de producción de 2018, se colectaron 10 hojas completamente desarrolladas y sanas por árbol del panel de diversidad. Las hojas colectadas fueron colocadas inmediatamente en una prensa botánica y se almacenaron por seis meses para secado total. En 2019, las hojas se digitalizaron utilizando un escáner covencional, a una resolución de 2550x3286 pixeles. Paralelamente, se registró el área foliar de las hojas de 40 árboles (6 hojas por árbol; 240 hojas en total) utilizando un integrador de área foliar, esto para corroborar la precisión de las estimaciones digitales. Previo a la colocación de las hojas en la prensa botánica se realizaron mediciones de los valores SPAD y colorimetría de la parte adaxial de seis hojas por árbol, de todo el panel de diversidad.

Análisis de imágenes y morfometría

Las imágenes de las hojas fueron procesadas con la librería EBImage de R, de manera similar a Díaz-García et al. 2019. El procesamiento incluyó lo siguiente: 1) remoción de fondo mediante análisis de cada canal RGB, 2) identificación de objetos de interés (hojas), 3) extracción de contornos, y 4) medición de caracterés de tamaño y forma tradicionales utilizando la librería Momocs (Bonhomme et al. 2014). Los caractéres de tamaño incluyeron largo de la hoja, ancho, perímetro, y área; para forma, se registró únicamente aspecto (largo/ancho). Así mismo, se realizó un análisis de componentes principales de forma con los contornos identificados, utilizando descriptores elipticos de Fourier.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variación en tamaño, forma y color en hojas de guayabo

En total, se analizaron 2062 hojas colectadas de 351 árboles. De estas, 240 hojas se analizaron también en un integrador de área foliar. La correlación entre área digital (en pixeles) y área obtenida con el integrador fue de 0.98, sugiriendo que la cuantificación de tamaño de hojas mediante análisis de imágenes es un método preciso. Para obtener valores BLUPs (*Best Linear Unbiased Predictor*s) únicos por accesión (n=225), se corrieron modelos mixtos en lme4 y se registraron los valores de heredabilidad para cada una de las variables. Respecto a tamaño de hoja (Figura 2A), los rangos de variación para las variables largo, ancho, área y perímetro fueron 7.69-13.20 cm (media 10.64 cm), 3.62-6.03 cm (media 4.67cm), 23.41-54.57 cm^2 (media 37.08 cm^2), y 18.79-30.14 cm (media 24.67 cm), respectivamente. Las dos

accesiones con tamaño de hoja más grande fueron la 219 y 56, colectadas en Malinalco, Edo. de México, y Tamuín, S. L. P., respectivamente. Por otro lado, las hojas más pequeñas correspondieron a las accesiones 194 (*P. cattlelianum*, colectada en México, pero sin registro del estado de colecta) y 170 (*Feijoa* spp), esta última colectada en Colombia. Respecto a aspecto de hoja (largo/ancho), el rango de variación fue 1.72-2.79 (media 2.30). Las hojas más alargadas fueron las accesiones 199 y 112, colectadas en Brasil (variedad Paluma), y Colombia, respectivamente, mientras que las menos alargadas fueron la 224 y 180, colectadas en Teapa, Tabasco, e India, respectivamente. Los valores de SPAD estuvieron en el rango 35.25-64.13 (media 43.87). Las accesiones con los menores valores de SPAD fueron la 214 y 166, colectadas en San Juan Nuevo, Michoacán y Bahía de Banderas, Nayarit, respectivamente, mientras que las de mayores valores fueron la 170 y 194, mismas que fueron identificadas anteriormente por tener las hojas más pequeñas. La variación en color (RGB) se presenta en la Figura 1B. Los valores de heredabilidad estuvieron entre 0.56 y 0.66 para caracteres de forma y tamaño de hoja; para SPAD, la heredabilidad fue de 0.68, mientras que para las variables de color entre 0.32 y 0.44. Como se muestra en la Figura 1C, se observó alta correlación entre variables relacionadas con tamaño de hoja (largo, ancho, área y perímetro, r^2=>0.67). Así mismo, SPAD, así como los colores R y G, tuvieron una correlación negativa moderada (<-0.55) entre sí. La variable aspecto y ancho presentaron una correlación negativa moderada (-0.60).

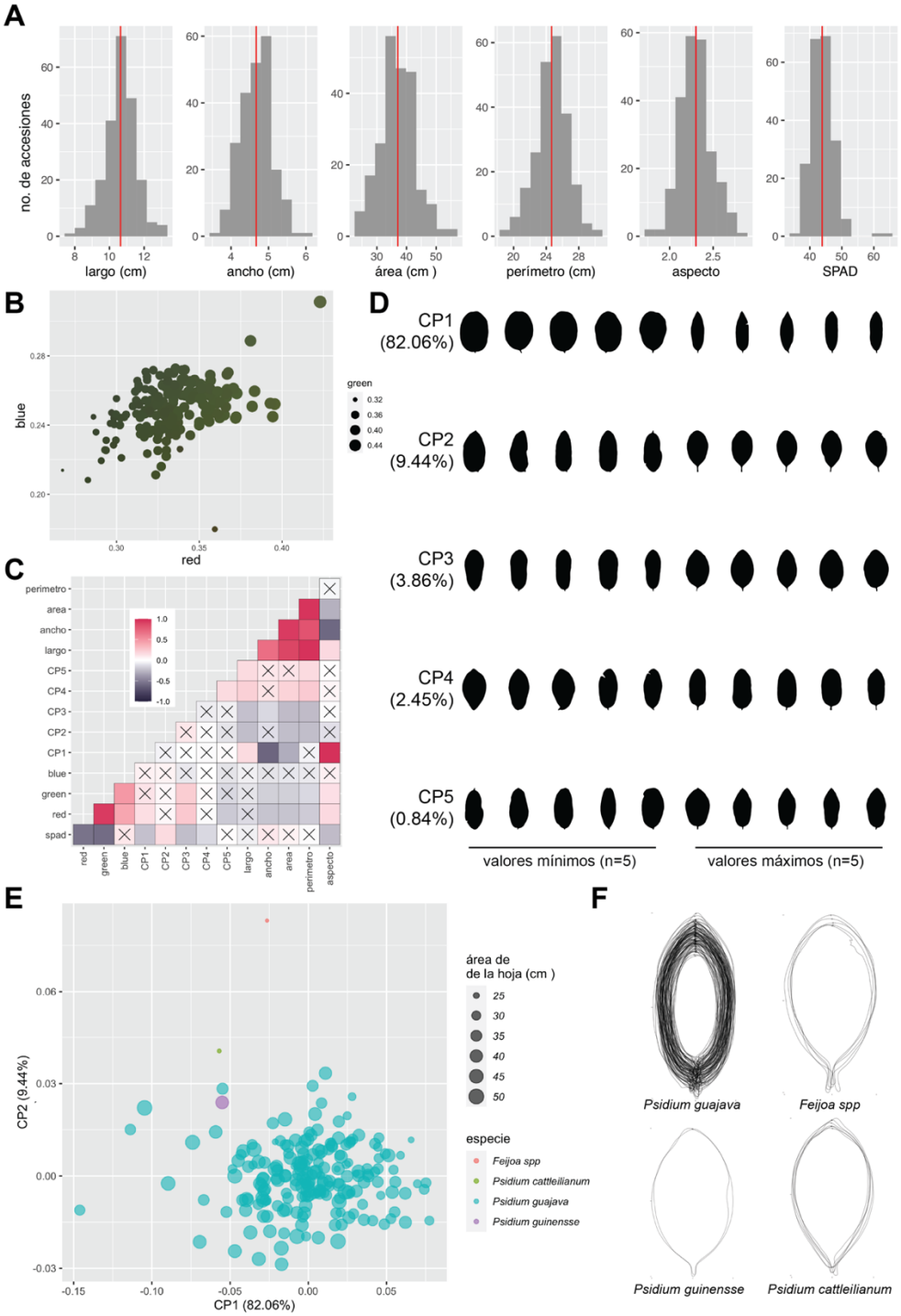


Figura 1. Variación de forma, tamaño y color de hojas de guayabo. A. Histogramas de variación para forma y tamaño utilizando descriptores tradicionales (basado en BLUPs); la línea vertical roja representa la media poblacional. **B.** Variación en color de hoja utilizando BLUPs por accesión. **C.** Correlación de Pearson entre BLUPs para caracteres tradicionales de color, forma y tamaño de hoja, y componentes principales 1-5; correlaciones no significativas a *P*=0.05 se señalan con X. **D.** Ejemplo de hojas con valores máximos y mínimos para cada uno de los componentes principales 1-5. **E.** Diversidad de forma, utilizando componentes principales 1 y 2, y tamaño, utilizando el descriptor tradicional área, a través de las diferentes accesiones evaluadas en este estudio (coloreadas por especie). **F.**

Superposición de hojas por especie para cada una de las especies incluidas en el panel de diversidad utilizado en este estudio (las representaciones digitales de las hojas no están a escala, sino que se muestran para exhibir la variación en forma capturada por el análisis de componentes principales).

Análisis de componentes principales de forma

Seguido del análisis de forma y tamaño de hojas utilizando descriptores tradicionales, se realizó un análisis de componentes principales de forma para explorar de mejor manera la variación morfométrica. Los cinco primeros componentes principales (CP) explicaron el 98.7% de la variación total de forma (Figura 1D). Similar al análisis realizado con los descriptores tradicionales, se obtuvieron BLUPs por accesión y se calcularon valores de heredabilidad para los CPs 1-5. Los valores de heredabilidad para los CPs 1-5 estuvieron entre 0.24 (CP4) y 0.59 (CP1).

Como se muestra en la Figura 1D, el CP1 (82.06 % de la variabilidad de forma) explicó variación relacionada con la elongación de las hojas, mientras que el CP2 (9.44 %) estuvo relacionado con la forma (circular o puntiaguda) de las zonas apical y basal de la hoja. Así mismo, el CP3 (3.86 %) explicó variación relacionada con regiones cóncavas en ambas zonas laterales de la hoja. De acuerdo a los valores de correlación entre BLUPs de todas las variables analizadas (descriptores tradicionales, color, y análisis de forma mediante ACP), es evidente que CP1 y el descriptor aspecto explicaron variación relacionada con la misma característica (elongación de la hoja). Sin embargo, otros CPs modelaron variación más compleja (o críptica) dificilmente explicable por descriptores tradicionales. Características relacionadas con tamaño y forma de hoja no es fueron correlacionadas entre sí (a $P=0.05$, para la comparación CP1 y área, Figura 1E).

CONCLUSIONES

En el presente estudio se cuantificó la variación fenotípica de hojas de guayabo utilizando un panel diverso compuesto por más de 225 accesiones (Figura 1E). En total, se procesaron de manera automatizada más de 2000 hojas utilizando análisis de imágenes en R. Mediante la comparación de mediciones de área foliar, obtenidas con un integrador de área, y estimaciones basadas en imágenes, se encontró una correlación superior a 0.98, indicando la utilidad y precisión de los métodos de fenotipado de hojas basados en digitalización de imágenes. Si bien la elongación de la hoja representó la mayor variación fenotípica observada en el panel diverso de guayabo, y que el descriptor tradicional (aspecto) cuantificó de manera efectiva esta característica, los CPs 2-5 capturaron variación morfométrica más compleja. Además, este análisis reveló que no existe correlación entre características de forma y tamaño.

REFERENCIAS

Bashir H. A. y Abu-Goukh A. B. A. 2003. Compositional changes during guava fruit ripening. *Food Chemistry*, *80*(4), 557-563.

Bonhomme V., Picq, S., Claude J. y Gaucherel C. 2014. Momocs: outline analysis using R. *Journal of Statistical Software, 56*(13), 24 p.

Cobley L.S., 1976. An Introduction to the Botany of Tropical Crops, 2nd ed. Longman, New York.

Dinesh M. R. y Iyer C. P. A. 2005. Significant research achievements in guava – Improvement and future needs. *In:* Souvenir 1st International Guava Symposium. Lucknow, India. pp. 7-16.

González Gaona E., Padilla Ramírez J. S., Reyes Muro L., Perales de la Cruz M. A. y Esquivel Villagrana F. 2002. Guayaba, su cultivo en México. Libro Técnico No. 1. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. 182 p.

Li M., An H., Angelovici R., Bagaza C., Batushansky A., Clark L., Coneva V., Donoghue M.J., Edwards E., Fajardo D. y Fang H. 2018. Topological data analysis as a morphometric method: using persistent homology to demarcate a leaf morphospace. *Frontiers in plant science*, *9*, p.553.

Li M., Duncan, K., Topp C. N., y Chitwood D. H. 2017. Persistent homology and the branching topologies of plants. American journal of botany, 104(3).

Manco R., Basile B., Capuozzo C., Scognamiglio P., Forlani M., Rao R. y Corrado, G. 2019. Molecular and Phenotypic Diversity of Traditional European Plum (Prunus domestica L.) Germplasm of Southern Italy. *Sustainability*, *11*(15), 4112.

Martínez Beltrán I. y Rodriguez Mendoza A. 1990. Cultivo y producción de guayabo. Ed. Trillas-UAAAN. (reimp. 2000). Mexico. 160 p.

Martinez-Nicolas J. J., Melgarejo P., Legua P., Garcia-Sanchez F. y Hernández, F. 2016. Genetic diversity of pomegranate germplasm collection from Spain determined by fruit, seed, leaf and flower characteristics. PeerJ, 4, e2214.

Migicovsky, Z., Li M., Chitwood D. H. y Myles, S. 2018. Morphometrics reveals complex and heritable apple leaf shapes. *Frontiers in plant science*, *8*, 2185

Morton J.F. 1987. Fruits of Warm Climates. Creative Resources Systems, Inc., pp. 356–363.

Nakasone H.Y. y Paull R.E. 1998. Tropical Fruits. CAB Queensland Agric. J. III, Wallirgford, pp. 93–98.

Ortega Paczka R., Martinez Alfaro M. A. y Sánchez González. 2000. Recursos fitogenéticos autóctonos. *In*: P. Ramírez V., R. Ortega P., A. López H., F. Castillo G., M. Livera M., F. Rincón S. y F. Zavala G. (eds.). Recursos fitogenéticos de México para la alimentación y la agricultura. Informe Nacional. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Sociedad Mexicana de Citogenética, A. C. Chapingo, México. pp. 27-50.

Padilla Ramírez J. S., González Gaona E., Perales de la Cruz M. A., Reyes Phillips H. R. y Osuna Ceja E. S. 2007. Variabilidad del fruto de la guayaba (*Psidium guajava* L.) mexicana. Publicación especial No. 31. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. 61 p.

Padilla Ramirez J. S., González Gaona E., Rodriguez-Moreno V.M., Cortés Penagos C.J., Sánchez-Rico T. 2014. Caracterización morfológica y bioquímica de frutos de guayaba. Folleto Técnico No. 58. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. 32 pp.

Sánchez-Mora F.D., Saifert L., Ciotta M.N., Ribeiro H.N., Petry V.S., Rojas-Molina A.M., Lopes M.E., Lombardi G.G., dos Santos K.L., Ducroquet J.P.H.J. y Nodari, R.O. 2019. Characterization of phenotypic diversity of Feijoa fruits of germplasm accessions in Brazil. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, *2*(1), pp.1-11.

Schlautman B., Diaz-Garcia L. y Barriball S. 2020. Morphometric approaches to promote the use of exotic germplasm for improved food security and resilience to climate change: a kura clover example. *Plant Science, 290*, 110319 p.

Vasco Méndez N., Padilla Ramírez J. S. y Toro Vázquez J. F. 2003. Composición nutrimental de la guayaba y sus semillas. In: J. S. Padilla R., L. Reyes M., E. González G. y M. A. Perales de la C. (eds.). Memoria. Primer Simposio Internacional de la Guayaba. Aguascalientes, México. pp. 116-123.

DON GOYO C2019, NUEVA VARIEDAD DE TRIGO CRISTALINO PARA ÁREAS DE RIEGO EN MÉXICO

DON GOYO C2019, NEW VARIETY OF CRYSTAL WHEAT FOR IRRIGATION AREAS IN MEXICO

Alvarado-Padilla Jorge Ivan[1], Villaseñor-Mir Héctor Eduardo[2], Huerta-Espino Julio[2], Hortelano-Santa Rosa Rene[2] y Martínez-Cruz Eliel[2]

[1]Campo Experimental Valle de Mexicali, INFAP, km 7.5 Carretera a San Felipe. 2110, Mexicali, B. C.
[2]Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. C.P. 56250. Alvarado.jorge@inifap.gob.mx

RESUMEN

La incidencia de nuevas razas de royas y los bajo rendimientos son de las principales limitantes de la producción de trigos cristalino en México. A través de la generación de líneas experimentales por mejoramiento genético y su evaluación en ensayos nacionales, ha sido posible liberar nuevas variedades que han permitido el control genético de las royas e incrementar los rendimientos. Don Goyo C2019 es una nueva variedad que supera el rendimiento de grano de las variedades comerciales más sembradas en México, resistente a la diversidad de razas fisiológicas de royas más comunes en el país y de buena calidad industrial. Esta nueva variedad que INIFAP pone a disposición de los agricultores, se recomienda para siembras de riego normal y riego limitado en las regiones productoras del noroeste, centro, noreste y El Bajío.

ABSTRACT

The incidence of new races of rusts and low yields are the main constraints of crystalline wheat production in Mexico. Through the generation of experimental lines by genetic improvement and its evaluation in national testing, it has been possible to release new varieties that have allowed the genetic control of rusts and increase yields. Don Goyo C2019 is a new variety that exceeds the grain yield of the commercial varieties most sown in Mexico, resistant to the diversity of physiological races of rusts that are most common in the country and good industrial quality. This new variety that INIFAP makes available to farmers, It is recommended for plantings with normal irrigation and limited irrigation in the producing regions of the northwest, center, northeast and Bajío.

INTRODUCCIÓN

La producción de trigo cristalino (*Triticum durum* Desf.) en México se ha mantenido cerca de 2 millones de toneladas anuales, siendo el consumo nacional alrededor de 700 mil toneladas; tan solo en 2016 se exportaron más de 1.3 millones de toneladas (CANIMOLT, 2016). El 100 % de la producción se realiza en condiciones de riego y los principales estados productores en 2016 fueron Sonora con 74%, Baja California con 16% y Guanajuato con 5 %. La problemática en las zonas trigueras de México son la escasez de agua y la presencia de nuevas razas de roya amarilla y de la hoja con mayor virulencia (Huerta *et al*., 2009; Singh *et al*., 2004), por lo tanto, los productores demandan variedades resistentes y con mayor rendimiento de grano, y los industriales requieren grano con mayor cantidad de pigmento amarillo y proteína en grano, para obtener pastas alimenticias de buena calidad (Garza y Taddei, 2016). Para hacer frente a dicha problemática, el programa de trigo del INIFAP, que a través de su red nacional de ensayos nacionales de rendimiento (Villaseñor, 2015), pone a disposición de los productores de trigo de riego en México la nueva variedad Don Goyo C2019, que es resistente a las razas fisiológicas de roya amarilla y roya de la hoja que prevalecen en México, es de alto potencial de rendimiento y tiene buena calidad industrial.

MATERIALES Y MÉTODOS

La variedad de trigo cristalino Don Goyo C2019 es de hábito de primavera y la línea experimental fue obtenida en el Programa de Mejoramiento Genético de Trigos Duros del CIMMYT, a través de una cruza triple entre los progenitores A por B, y su F_1 se recombinó con el progenitor C: **A)** P91.272.3.1/3*MEXICALIC75//2*JUPARE, **B)** ARTICO/AJAIA3//HUALITA/3/FULVOUS1/MFOWL13/4/TECAMAC.C96/TRIDACTILO1, **C)** RISSA/GAN//POHO/3/PLATA//CREX/ALLA*2/4/ARMENT//SRN3/NIGRIS/3/CAN9. Posteriormente la línea se evaluó a partir del ciclo otoño-invierno 2013-14 en los Ensayos Nacionales de Trigos Duros de Riego del INIFAP (11voENTRI-Duros al 16voENTRI-Duros), bajo condiciones de riego normal (calendario de riego completo) y riego limitado (interrupción del último riego de auxilio para propiciar estrés hídrico durante llenado de grano), en 95 ensayos diferentes y en los estados de Guanajuato,

Michoacán, Sinaloa, Sonora, Baja California, Coahuila y Tamaulipas. También se evaluó por su reacción a roya amarilla, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, y roya de la hoja, *P. triticina* E., bajo condiciones de temporal durante los ciclos P-V/2014 al P-V/2018, hasta en 12 localidades por ciclo, en los Valles Altos de México (Puebla, Tlaxcala y México) y en la región de la Mixteca Oaxaqueña.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las royas o chahuistles, son las enfermedades que más daño han causado en el cultivo de trigo en México. La roya amarilla y de la hoja constantemente evolucionan hacia nuevas razas fisiológicas que rompen la resistencia de las variedades sembradas. En el Cuadro 1 se presenta la reacción a roya de la hoja y roya amarilla en el follaje y en la espiga de la variedad Don Goyo C2019 y las variedades testigo, en donde se observa que Don Goyo C2019 mostró mayor resistencia a las dos royas que los testigos; para roya de la hoja registró lecturas que fueron de 0 a 10 % de reacción de resistencia a moderada resistencia; para roya amarilla en el follaje registró las mismas lecturas anteriormente indicadas y en la espiga la incidencia fue de 0 a 5 % de infección. Las lecturas antes indicadas se registraron en planta adulta y bajo la incidencia natural en campo; para el caso de roya de la hoja, su reacción fue ante seis razas identificadas, y para roya amarilla, su reacción fue ante ocho razas diferentes, de tal manera que se asume que posee resistencia horizontal a los dos patógenos.

Cuadro 1. Días a madurez y reacción a royas de Don Goyo C2019 y variedades testigo.

VARIEDAD	D.M.	LrH	YrH	YrE (%)
DON GOYO C2019	128	0 a 10MR	0 a 10MR	0 a 5
CIRNO C2008	127	30MS a 70S	10MR a 70MS	5 a 40
CEVY ORO C2008	130	0 a 30MR	0 a 30MS	0 a 30
PATRONATO ORO C2008	128	5R a 30MR	10MR a 40MS	10 a 20
CEMEXI C2008	128	10MR a 50MS	0 a 20MS	5 a 20
ANATOLY C2011	124	20MS a 60MS	0 a 20MR	0 a 10
MOVAS C2009	131	0 a 20MR	20MR a 70MS	0 a 40

D.M. = días a madurez; R= resistente; MR= moderadamente resistente; MS= moderadamente susceptible; S = susceptible; LrH roya de la hoja; YrH=; roya amarilla en la hoja; YrE; roya amarilla en la espiga; % = porcentaje de incidencia.

La variedad Don Goyo C2019 durante cuatro años de evaluación se comparó con seis variedades testigo de trigo cristalino recomendadas para las diferentes regiones

productoras de trigo en México que fueron: Cirno C2008, Cevy Oro C2008, Patronato Oro C2008, Cemexi C2008, Anatoly C2011 y Movas C2009. En el Cuadro 2 se presenta la información recopilada, en donde se observa que Don Goyo C2019 en promedio de las 95 evaluaciones superó el rendimiento medio de las variedades testigo en 7.9 %, con un rango que fue de 6.1 % (sobre Cemexi C2011) hasta 12.2 % (sobre Movas C2009); esa ventaja en promedio fue ligeramente mayor bajo condiciones de riego normal, en donde superó el promedio de los testigos en 8.7 %, mientras que bajo riego limitado los superó en 6.2 %. Ninguna variedad testigo en riego normal o en riego limitado fue más productiva que esta nueva variedad.

Cuadro 2**.** Rendimiento de grano de Don Goyo C2019 y variedades testigo evaluadas en 95 ensayos en siete estados del país bajo riego normal y riego limitado, y porcentaje con respecto a variedades testigo, O-I/2013-14 a O-I/2018-19

VARIEDAD	Gral (95 ensayos)		RN (52 ensayos)		RL (43 ensayos)	
	kg ha^{-1}	%/DG	kg ha^{-1}	%/DG	kg ha^{-1}	%/DG
DON GOYO C2019	5740		6287		5097	
CIRNO C2008	5291	-7.8	5802	-7.7	4692	-8.0
CEVY ORO C2008	5368	-6.5	5806	-7.7	4846	-4.9
PATRONATO ORO C2008	5270	-8.2	5675	-9.7	4796	-5.9
CEMEXI C2008	5390	-6.1	5816	-7.5	4887	-4.1
ANATOLY C2011	5350	-6.8	5816	-7.5	4912	-3.6
MOVAS C2009	5040	-12.2	5541	-11.9	4537	-11.0
%/Testigos	> 7.9		> 8.7		> 6.2	

Gral = rendimiento general promedio; RN = Riego Normal; RL = Riego Limitado; %DG = porcentaje con respecto A Don Goyo C2019

La evaluación de la calidad industrial de la variedad Don Goyo C2019 se realizó con muestras de grano de las pruebas de rendimiento realizadas en los ciclos O-I/2017-18 y O-I/2018-19. Los resultados se presentan en el Cuadro 3, los que indican que Don Goyo C2019 presentó un peso hectolítrico (PHL) de 85.4 kg, ubicándose como el genotipo con mayor peso; en peso de 1000 grano (P1000G) presentó los menores valores, lo que la ubica como una variedad de grano chico; el porcentaje de proteína en su grano fue de 12.7 %, semejante al de las variedades testigo; la calidad de su sémola (b) se ubicó entre los genotipos con mejor calidad, únicamente superada por Movas C2009. Los valores antes indicados la ubican como una variedad con buena calidad industrial apta para el consumo nacional y las exportaciones.

Cuadro 3. Características de calidad industrial del grano y sémola de Don Goyo C2019 y variedades testigo evaluadas bajo condiciones de riego.

VARIEDAD	Calidad del grano			Calidad de sémola
	PHL	P1000G	PROT	b
DON GOYO C2019	85.4	49.3	12.7	23.8
CIRNO C2008	84.1	54.5	12.2	20.4
CEMEXI C2008	84.3	53.3	12.6	21.6
ANATOLY C2011	83.1	50.1	12.4	21.3
MOVAS C2009	83.9	50.0	13.0	24.0

PHL = peso hectolítrico (kg hl^{-1}); P100G = Peso de mil granos (g); PROT = proteína en grano (%); b = color amarillo de la sémola.

CONCLUSIONES

La nueva variedad de trigo cristalino Don Goyo C2019 presentó mayor resistencia a royas amarilla y de la hoja, superó el rendimiento de grano de las seis variedades testigo actualmente más sembradas en México, sobre todo bajo condiciones de riego normal, y superó a la mayoría de los testigos en su calidad industrial. Esta nueva variedad se recomienda para siembras bajo riego normal y riego limitado en las diferentes regiones de producción de trigo macarronero en México.

REFERENCIAS

CANIMOLT, Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo. 2016. Reporte Estadístico 2015 con datos del 2016. http://canimolt.org/wp-content/uploads/2018/06/Canimolt2016-190717.pdf. (julio 2019).

Garza, L. M. C. y Taddei B. C. 2016. Definición del mercado de trigo cristalino en el valle del Yaqui, México. Economía: teoría y práctica. 44 (1):193-215.

Huerta-Espino J., R. P. Singh, S. A. Herrera-Foessel, J. B. Pérez-López and P. FigueroaLópez. (2009) First detection of virulence in Puccinia triticina to resistance genes Lr27 + Lr31 present in durum wheat in Mexico. Plant Disease 93:110, https://doi.org/10.1094/PDIS-93-1-0110C

Singh R. P., Huerta E. J., Figueroa P. L., and Pfeiffer W. 2004. Ocurrence and impact of a new leaf rust race on durum wheat in the Nothwestern Mexico during 2001-2002. Plant Disease. 87: 230-236.

Villaseñor M. H. E. 2015. Sistema de mejoramiento genético de trigo en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm 11 p. 2183-2189.

ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR EL VOLUMEN COMERCIAL DE *Prosopis glandulosa* Var. Torreyana (L.D. Benson) M.C. Johnst EN BAJA CALIFORNIA

ALLOMETRIC EQUATIONS TO ESTIMATE COMMERICIAL VOLUME OF *Prosopis glandulosa* Var. Torreyana (L.D. Benson) M.C. Johnst IN BAJA CALIFORNIA

Hernández-Martínez L.A.[1], Gómez-Mercado R.[2] y Villanueva-Díaz J.[3]

[1]Campo Experimental Todos Santos, CIRNO, INIFAP, Agricultura s/n, Col. Emiliano Zapata, 23070 La Paz, BCS. [2]Campo Experimental Valle de Mexicali, CIRNO-INIFAP, KM 7.5 Carr. Mexicali-San Felipe, Col. Colorado II, 21700, Mexicali, B. C. [3]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera, INIFAP, Km 6.5 margen derecha canal Sacramento, 35071 Gómez Palacio, Dgo.
hernandez.luis@inifap.gob.mx

RESUMEN

Los modelos para la estimación del volumen comercial de mezquite son un elemento fundamental para promover su aprovechamiento sustentable en las zonas donde este recurso representa una fuente de combustible y de sustento económico para la población, no obstante, en el estado de Baja California, donde se da un aprovechamiento importante, no se han desarrollado estudios biométricos que sustenten los planes de manejo para esta especie. En este estudio se presenta un análisis de diferentes modelos alométricos con el objetivo de identificar el mejor ajuste a los datos obtenidos en un rodal natural de *Prosopis glandulosa* Var. Torreyana (Mezquite dulce) localizado en Mexicali, BC, donde se seleccionaron 32 árboles que fueron medidos en pie y cubicados para el posterior ajuste de cuatro modelos de regresión con variable sencilla y combinada. Con base en los estadísticos de bondad de ajuste, se seleccionó el modelo generado a partir de la variable compuesta ente el diámetro basal (DB) y la altura (AT) = DB^2 AT ($\ln(V)= b_0+b_1 (\ln(DB^2 AT) + \varepsilon$), el cual presentó el valor de R^2 más alto (0.94), la mayor significancia ($F_{1,30}$ = 491.72 $p<2.2e^{-16}$) y un error estándar residual bajo (0.0374). A pesar del buen ajuste de este modelo, se considera necesario ampliar los estudios en esta misma entidad, incrementando el tamaño de la muestra y el alcance geográfico del muestreo.

ABSTRACT

Models for estimating the commercial volume of mesquite are a fundamental input to promote its sustainable use in areas where this resource represents a source of fuel and economic sustenance for the population, however, in the state of Baja California (BC) where there is significant use, biometric studies to support the management plans for this species, have not

been develop. In this study, an analysis of different allometric models is presented, with the aim of identifying the best fit to the data obtained in a natural stand of *Prosopis glandulosa* Var. Torreyana (Sweet mesquite) located in Mexicali, BC, where 32 trees were selected, measured standing and cubed for the subsequent adjustment of four single and combined variable models. Based on the goodness of fit statistics, the model generated from the composite variable DB2 AT ($\ln(V) = b_0 + b_1 (\ln(DB^2 AT) + \varepsilon$) was selected, which presented the value of R^2 most high (0.94), the highest significance ($F_{1.30} = 491.72$ $p<2.2e^{-16}$) and a low residual standard error (0.0374). Despite the good fit of this model, we consider necessary to expand the studies in this same entity increasing the sample size and geographic scope.

INTRODUCCIÓN

Los modelos para la estimación del volumen comercial de un árbol o de un rodal son un elemento fundamental para promover el aprovechamiento sustentable de los recursos maderables (Picard *et al*., 2012). Su aplicación práctica recae principalmente en los técnicos y prestadores de servicios del sector forestal encargados de realizar los inventarios y los estudios técnicos justificativos, además de ser una herramienta imprescindible para estimar el carbono capturado en la biomasa de los ecosistemas forestales. De esta forma, los modelos de volumen, también denominados ecuaciones alométricas, permiten estimar la biomasa y el volumen de madera disponible para el aprovechamiento y emitir esta información como un elemento importante para el otorgamiento de permisos de extracción. En el estado de Baja California (BC), el aprovechamiento del mezquite ha ganado importancia en los últimos años debido al potencial económico que reside en la comercialización de productos derivados, lo cual se manifiesta en el interés de los productores de dicha entidad (Villanueva *et al*., 2019), sin embargo, los estudios biométricos que soporten el diseño de planes de manejo aún son escasos. En este estudio se presenta un análisis de diferentes modelos alométricos con el objetivo de identificar el mejor ajuste a los datos obtenidos en un rodal natural de *Prosopis glandulosa* Var. Torreyana (Mezquite dulce) localizado en Mexicali, BC.

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se realizó en el Ejido Indiviso, municipio de Mexicali (Figura 1), donde se seleccionaron 32 árboles representativos de las clases diamétricas presentes en el sitio, las cuales fueron identificadas a partir de un muestreo preliminar.

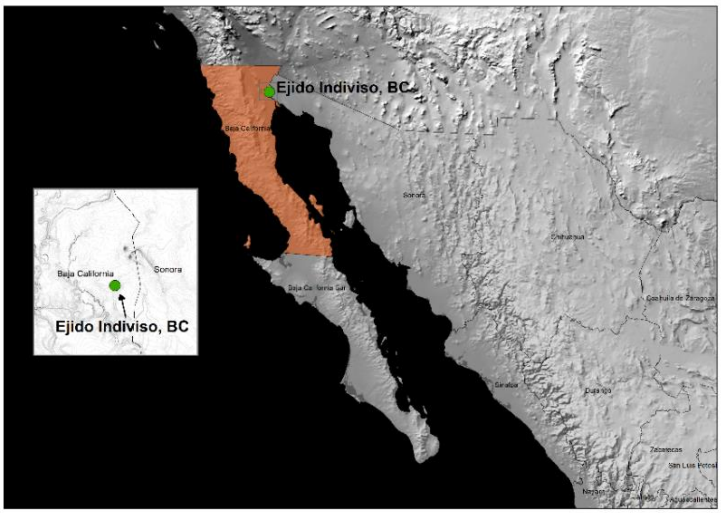


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio, Ejido Indiviso, BC.

En los ejemplares en pie, se midieron las variables de diámetro basal (DB), altura (AT), diámetro de la copa (DC), número de ramas (NR) y altura del fuste (AFP); una vez derribado, se midió la longitud aprovechable de las ramas (hasta un diámetro ≥5 cm), se seccionó en su totalidad y se cubicó (V) utilizando un xilómetro (método de Arquímedes). La información recabada se integró en una base de datos a partir de la cual se ajustaron cuatro modelos alométricos (Tabla 1) que han demostrado buen ajuste en estudios previos realizados para otras especies del género *Prosopis* (Ríos *et al*., 2011; Silva-García *et al*., 2018). Los modelos fueron ajustados por el método de mínimos cuadrados ordinarios y se evaluó la bondad de ajuste mediante el Error estándar residual (EER), el valor del coeficiente de determinación (R^2), la prueba de Fisher y la Raíz del cuadrado medio del error (RMSE). Todos los análisis se realizaron en el programa estadístico R 3.6.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante la exploración gráfica de los datos, se comprobó la relación de la variable de respuesta volumen (m^3) con las variables explicativas. A partir de este análisis, se seleccionaron los modelos favoreciendo los que contemplan la transformación logarítmica de los datos. Esta transformación permitió linealizar la relación entre el volumen y las variables explicativas (sencillas o combinadas). Una vez ajustados los modelos, se verifico que se cumplieran los supuestos de distribución normal de los residuos y de varianza constante a partir de los gráficos de cuantil-cuantil y de los residuos en función de los valores predichos, los cuales verifican gráficamente la hipótesis de regresión lineal (Figura 2).

Con base en los estadísticos de bondad de ajuste, se seleccionó el modelo generado a partir de la variable compuesta DB^2 AT ($\ln(V)= b_0+b_1 (\ln(DB^2\ AT) + \varepsilon$), el cual presentó el valor de R^2 más alto (0.94), la mayor significancia ($F_{1,30} = 491.72\ p<2.2e^{-16}$), un error estándar residual

bajo (0.0374) y un valor de RMSE similar a los otros modelos, a excepción del modelo con la variable compuesta DB AT, el cual tuvo un valor de 0.55 para este parámetro, no obstante, presenta una significancia menor ($F_{1,30}$ = 240.070 p<0.05) y un valor de R^2 menor (Cuadro 1). Los coeficientes estimados para el mejor modelo, su error estándar, prueba t y significancia se muestran en el Cuadro 2, con los cuales se da lugar a la ecuación: ln(*V*) = -12.61636 +1.27974 ln(*DB*).

Cuadro 1. Resultados del ajuste de los modelos para estimar el volumen comercial de *Prosopis glandulosa* Var. Torreyana.

		Bondad de ajuste		
Modelos ajustados	**EER**	**R^2**	**F**	**RMSE**
De una entrada				
$ln(V) = b_0 + b_1(ln(DB)) + \varepsilon$	0.407	0.93	410.637***	2.93
$ln(V) = b_0 + b_1(ln(DC) + \varepsilon$	0.698	0.79	119.506***	2.89
De dos entradas con variable combinada				
$V = b_0 + b_1(DB\ AT) + \varepsilon$	0.055	0.88	240.070***	0.05
$ln(V) = b_0 + b_1(ln(DB^2 AT) + \varepsilon$	0.374	0.94	491.726***	2.93

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01; EER: error estándar residual; RMSE: raíz del cuadrado medio del error.

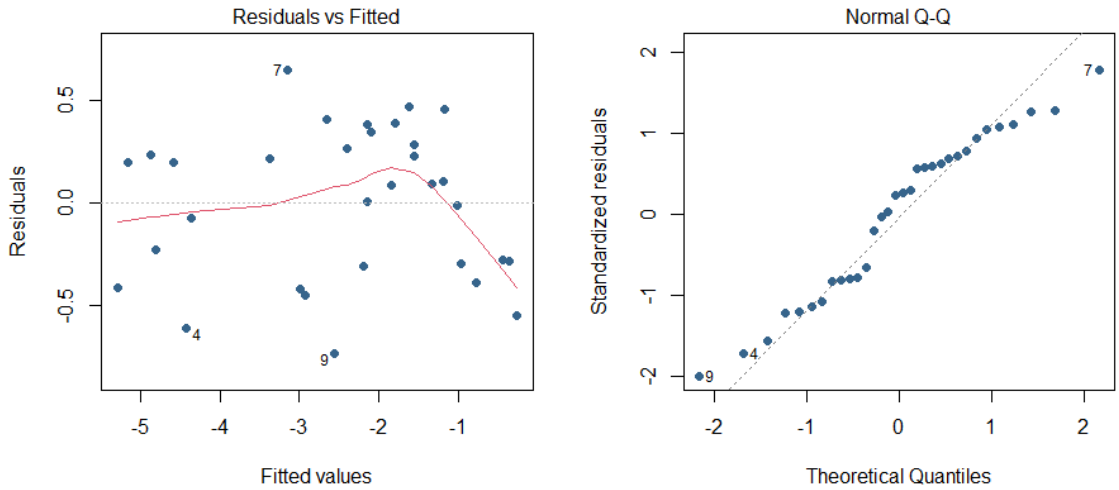


Figura 2. Gráfico de los residuos en función de los valores predichos (izquierda) y gráfico cuantil-cuantil (derecha) de los residuos del modelo de ln(*V*) con respecto a ln(DB^2AT) ajustado a los 32 árboles medidos.

El modelo con los mejores resultados en este estudio es distinto a los desarrollados en estudios previos (Ríos *et al*., 2011; Silva-García *et al*., 2018), no obstante, la variabilidad fenotípica característica del género *Prosopis*, principalmente debido a su tendencia a la hibridación y a la variabilidad en las condiciones de su hábitat, dificulta la comparación de los resultados. Por este hecho, se considera necesario ampliar los estudios en la misma entidad buscando promover el ajuste de los modelos considerando las zonas de mayor aprovechamiento, un mayor número de muestras y un área de muestreo más amplia.

Cuadro 2. Coeficientes estimados para el modelo de volumen comercial de *Prosopis glandulosa* Var. Torreyana en función de la variable compuesta DB^2 AT.

	Estimador	**Error estándar**	**Valor de t**	***P*(>|*t*|)**
Intersección	-12.61636	0.46364	-27.21	<2e-16***
log(DB^2 AT)	1.27974	0.05771	22.18	<2e-16 ***

Significancia: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

CONCLUSIONES

Los modelos evaluados en este estudio presentaron un buen ajuste en términos generales, y representan un primer esfuerzo por desarrollar ecuaciones alométricas para el mezquite de BC. Para ampliar el alcance de los resultados, es necesario incrementar el esfuerzo de muestreo y extender el estudio a otras zonas del estado con características climáticas diferentes, además de desarrollar ecuaciones para otras especies del género *Prosopis* que habitan en la entidad. Los resultados obtenidos en conjunto con otros estudios desarrollados previamente sobre la producción de biomasa en mezquites de BC (Villanueva *et al*., 2019) pueden representar una herramienta útil para estimar la importancia ecológica y el potencial económico de este recurso.

REFERENCIAS

Ríos-Saucedo J.C., A.G. Valles-Gándara, G. Pérez-Sosa, J.A. Sígala-Rodríguez y D. Albarrán-Albarado. 2011b. Metodología pala la estimación de volumen, biomasa y carbón para el mezquite en la región Norte-Centro de México. pp:109-134. En: Ríos-Saucedo J.C., Trucíos-Caciano R., Valenzuela-Núñez L.M., Sosa-Pérez G. y G. Rosales-Serna. Importancia de las poblaciones de mezquite en el Norte-Centro de México. INIFAP CENID RASPA. ISBN: 978-607-425-722-g.

Silva-García, J. E., Aguirre Calderón, O. A., Alanís-Rodríguez, E., & González-Tagle, M. A. (2018). Ecuaciones de volumen para *Prosopis articulata* S. Watson y Lysiloma divaricata (Jacq.) J. F. Macbr. en el noroeste de México. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 9(50). https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.261

Picard N., Saint-André L., Henry M. 2012. Manual de construcción de ecuaciones alométricas para estimar el volumen y la biomasa de los árboles: del trabajo de campo a la predicción. Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Rome, Montpellier, 223 p.

Villanueva-Díaz, J., Morales-Maza, A., Ávila-Casillas, E., Constante-García, V. y Martínez-Sifuentes, A. R. 2018. Incremento radial anual y producción de biomasa en poblaciones naturales y establecidas de mezquite (P*rosopis* spp) en Baja California, México. Folleto científico.

EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE INSECTICIDAS CONTRA MOSCA BLANCA EN ALGODONERO

BIOLOGICAL EFFECTIVENESS OF INSECTICIDES AGAINST WHITE FLY IN COTTON TREE

Jorge Maltos-Buendía[1], Urbano Nava-Camberos[2], Enrique Hernández-Leal[1], Iván Franco-Gaytán[1], Verónica Ávila Rodríguez[3], Homero Sánchez-Galván[3]

[1]Campo Experimental la Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, [2]Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas, [3]Universidad Juárez del Estado de Durango. E-mail: maltos.jorge@inifap.gob.mx

RESUMEN

Para el control de la mosca blanca en el cultivo del algodonero en la Comarca Lagunera, usualmente se utilizan insecticidas de amplio espectro como piretroides, organofosforados y mezclas de dos ingredientes. Esto ocasiona la muerte de los insectos benéficos presentes de manera natural en el cultivo, provocando un incremento sustancial en las poblaciones de mosca blanca que se desea combatir. En este estudio, se evaluó la efectividad biológica de cinco insecticidas de bajo impacto en los insectos benéficos y con buen control de adultos y ninfas de mosca blanca, así como un testigo regional y un testigo absoluto. Los cinco insecticidas de bajo impacto presentaron buen control de adultos de la mosca blanca, siendo los productos Piriproxifen y Acetamiprid los que mostraron un efecto más contundente y duradero sobre la población de mosca blanca, principalmente de ninfas. El testigo comercial fue el que presentó mayor población, superando al testigo absoluto. El testigo absoluto tuvo una alta población de mosca blanca durante los primeros muestreos, pero a medida que transcurrió el tiempo, los insectos benéficos lograron reducir significativamente la población de mosca blanca, lo que nos indica que si conservamos los insectos benéficos nativos, no sería necesario realizar ninguna aplicación contra esta plaga.

ABSTRACT

For the control of whitefly in cotton crops in the Comarca Lagunera, broad spectrum insecticides such as pyrethroids, organophosphates and mixtures of two ingredients are usually used. This causes the death of the beneficial insects naturally present in the crop, causing a substantial increase in the whitefly populations that it is desired to combat. In this study, the biological effectiveness of five low-impact insecticides was evaluated on beneficial insects with good control of whitefly adults and nymphs, as well as a regional control and an absolute control. The five low-impact insecticides presented good control of whitefly adults,

being the products Piriproxyfen and Acetamiprid those that showed a more forceful and lasting effect on the whitefly population, mainly nymphs. The commercial treatment was the one with the largest population, surpassing the absolute control. The absolute control had a high whitefly population during the first samplings, but as time passed, the beneficial insects managed to significantly reduce the whitefly population, which indicates that if we conserve the native beneficial insects, it would not be necessary make any application against this pest.

INTRODUCCIÓN

El algodón es un cultivo importante en el mundo ya que es el producto agrícola no alimentario que más se cultiva principalmente por su fibra y por sus semillas. México ocupa el noveno lugar en la producción mundial, participando con 1.4% (El Economista 2019). Las principales plagas del algodonero en la Comarca Lagunera lo constituyen el picudo y la conchuela del algodonero, la mosca blanca y el gusano soldado.

La mosca blanca es un serio problema fitosanitario en la Comarca Lagunera desde 1995 (Nava y Cano, 2000). En el cultivo del algodón, la mielecilla contamina la fibra volviéndola pegajosa, lo que dificulta el proceso de hilado, disminuye la calidad del producto final y aumenta el desgaste de la maquinaria. Esto provoca sanciones económicas a los productores de algodón cuando se rebasan los límites de contenido de mielecilla en la fibra (Hendrix *et al*., 1996).

Durante los ciclos agrícolas 1992 a 1997, la mosca blanca afectó severamente al cultivo en la mayoría de las regiones algodoneras, posteriormente sus infestaciones y daños disminuyeron, pero recientemente (2013 a 2016) sus poblaciones y daños se han incrementado notablemente en la Comarca Lagunera, realizándose de 0.5 a 2.0 aplicaciones para su control (Nava y Ávila, 2017).

En la Comarca Lagunera se han identificado siete especies: la mosca blanca del camote (MBHP), *Bemisia tabaci* Gennadius, la mosca blanca de la hoja plateada (MBHP), *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring y la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, la mosca blanca de las alas bandeadas, *Trialeurodes abutilonea* Haldeman, la mosca blanca lanosa de los cítricos, *Aleurothrixus floccosus* Maskell, la mosca blanca de las acacias *Tetraleurodes acaciae* Quaintance y la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby, siendo la especie dominante *Bemisia argentifolii* (Ávila, 2000). Los principales hospederos de la mosca blanca en la Comarca Lagunera son *Brassica* oleracea L. var. *botritys* y *capitata*, *Cucumis melo* L., *Cucumis sativus* L., *Cucurbita pepo* L., *Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf. Y *Gossypium hirsutum*. También se encontraron malezas

como hospederas y el 38.7% de plantas hospederas en zonas urbanas presentaron niveles de incidencia de media a alta infestación (Cano *et al.,* 2001).

La mosca blanca se ha convertido en un problema recurrente en el cultivo de algodón en años recientes, ocasionando daños al cultivo principalmente por la excreción de mielecilla sobre la fibra, ocasionando pérdidas a los productores al momento de comercializar el producto debido a la contaminación de la fibra que ocasionan las altas las altas densidades de población de esta plaga.

Recientemente, los productores de la región realizan de 1 a 3 aplicaciones por ciclo para reducir el nivel de población de la mosca blanca, utilizando principalmente insecticidas de amplio espectro como organofosforados y piretroides.

El uso de insecticidas selectivos como los reguladores de crecimiento controlan de manera segura a la mosca blanca y apalancan el control de manera efectiva, ya que al controlar solo a la especie blanco y respetando la fauna benéfica, el control biológico puede prevenir brotes de plagas secundarias y ayudar en el control de la mosca blanca (Ellsworth, 2014).

Los enemigos naturales ejercen una mayor influencia sobre la dinámica estacional de B. tabaco. El control biológico por conservación puede ser una táctica efectiva para minimizar los daños a la producción agrícola ocasionados por insectos. En el sistema algodón de Arizona, un grupo de artrópodos generalistas proporcionan una crítica regulación de *Bemisia tabaci* y otras plagas. El uso de umbrales de depredadores permite tomar decisiones que pueden retrasar o potencialmente eliminar la aplicación (Ellsworth, 2019).

Por lo anterior, se estableció un experimento para evaluar la efectividad biológica de algunos insecticidas para el control de la mosca blanca y con bajo impacto sobre los insectos benéficos.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en el Campo Experimental la Laguna en Matamoros, Coahuila en una superficie de 1 ha. Se utilizó la semilla de la variedad Delta Pine 0971, con una densidad de población de 131,578 plantas. La fecha de siembra se realizó el 15 de abril, utilizando el programa de manejo establecido por el INIFAP.

El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió de una melga de 12 surcos por 100m de largo, lo que equivale a 912 m2 por tratamiento. Como parcela útil se utilizaron los surcos centrales, dejando 2 metros en cada margen de cada tratamiento como barrera.

Se realizaron dos aplicaciones de insecticidas, el 5 y 15 de julio, así como un muestreo previo y 3 muestreos posteriores. Se utilizó una aspersora motorizada Arimitsu y boquillas de cono

hueco. Volúmen de aplicación: 350 lts de agua/ha. Se utilizó el coadyuvante Break Thru a la dosis de 0.5 ml/lt de agua.

Cuadro 1. Tratamientos de insecticidas evaluados.

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis/ha
T1.- Sivanto prime	Flupyradifurone	500 ml
T2.- Venom	Dinotefuran	500 gr
T3.- Versys	Afidopiropen	500 ml
T4.- Stone	Pyriproxifen	500 ml
T5.- Rescate	Acetamiprid	300 gr
T6.- Testigo regional Muralla Max	Betacyflutrin + Imidaclorprid	250 ml
T7.- Testigo absoluto	----------	----------

El método de muestreo consistió en revisar la hoja del quinto nudo y contabilizar el número de adultos de mosca blanca presentes en 20 plantas elegidas al azar en cada repetición. El total de hojas revisadas por muestreo por tratamiento fue de 80. Para el conteo de ninfas se colectaron 20 hojas del quinto nudo por cada repetición, en total de 80 hojas por tratamiento, las cuales se almacenaron en el congelador para su conteo posterior. El conteo de ninfas se realizó en el laboratorio de entomología del Campo Experimental la Laguna, utilizando un estereoscopio electrónico de 40x. En cada hoja se contabilizaron las ninfas grandes de cuarto instar, localizadas en el segundo sector de la hoja; en un área equivalente al tamaño de una moneda de cuarto de dólar denominada disco foliar.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el muestreo previo a la primera aplicación de insecticidas, la población de adultos de mosca blanca, fue similar en todos los tratamientos ya que no hubo diferencias significativas entre los mismos. Los porcentajes de infestación por adultos fueron por arriba del umbral de acción 40% de hojas infestadas (Figura 1).

Los resultados del muestreo después de la primera aplicación indican que los tratamientos que presentaron un mejor control de adultos de mosca blanca fueron Stone, seguido por Rescate y Sivanto. Se observó un control medio en los tratamientos Sivanto, testigo absoluto, Rescate, Venom y Versys siendo estadísticamente iguales, mientras el testigo regional, Muralla Max, fue el que presentó la mayor cantidad de adultos por hoja.

En los muestreos posteriores no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (figura 1).

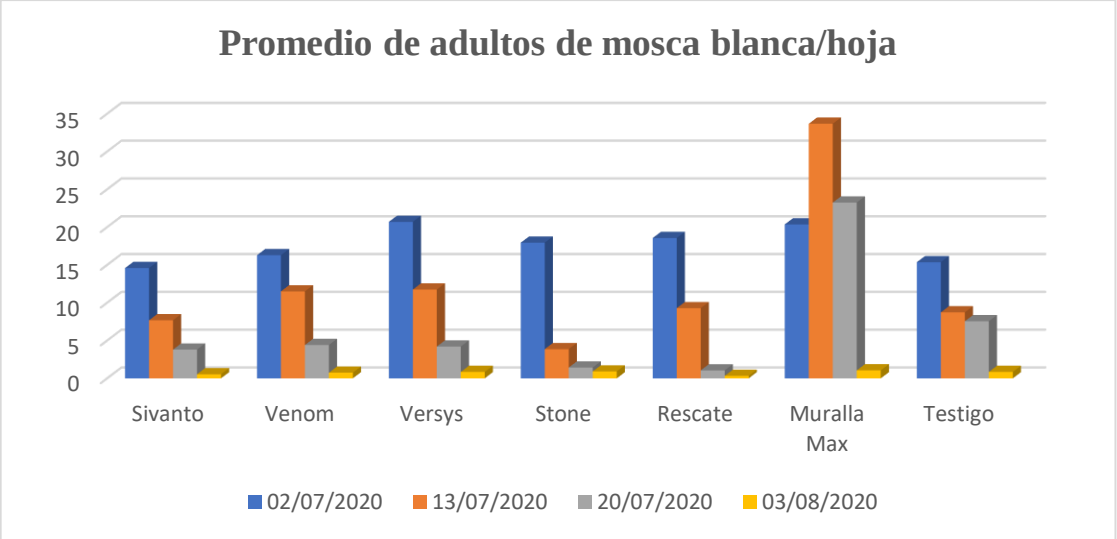


Figura 1. Promedio de adultos por hoja en los tratamientos evaluados contra mosca blanca en algodonero.

En el muestreo previo a la primera aplicación de insecticidas, el promedio de ninfas por hoja fue estadísticamente igual en todos los tratamientos. Casi todos los tratamientos rebasaron el umbral de acción de 40% de hojas infestadas al momento de la aplicación, solo el tratamiento Sivanto inició por debajo del umbral de acción con 33% (figura 2).

Después de la primera aplicación, en el muestreo se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo Stone y Rescate los tratamientos que presentaron el menor número de ninfas por área foliar, seguido por Sivanto. El testigo regional Muralla Max presentó el mayor número de ninfas, siendo estadísticamente diferente a todos los demás tratamientos (Figura 2).

En el muestreo después de la segunda aplicación de insecticidas, los tratamientos que presentaron un mejor control de ninfas fueron Stone y Rescate, seguidos por Versys. Los tratamientos Venom, Sivanto y el testigo absoluto presentaron una población mayor de 0.5 de ninfas por hojas, mientras que el testigo regional Muralla Max presentó un promedio de 1.8 ninfas/hoja, siendo estadísticamente diferente a todos los tratamientos (Figura 2).

En el último muestreo, la población de mosca blanca disminuyó significativamente en todos los tratamientos. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo Stone el que presentó el promedio más bajo de ninfas por hoja, seguido por los tratamientos Rescate, Sivanto, Venom y Versys. El testigo regional Muralla Max presentó el mayor número de ninfas por área foliar, seguido por el testigo absoluto. Lo anterior concuerda con Ellsworth

et al. (2019) quienes mencionan que los insectos benéficos pueden retrasar la necesidad de aplicación.

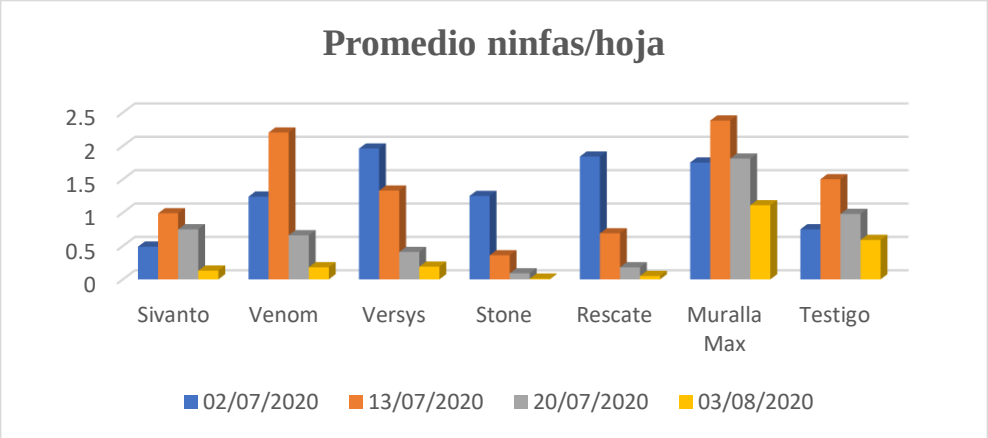


Figura 2. Promedio de ninfas por disco foliar en los tratamientos evaluados contra mosca blanca en algodonero.

De acuerdo con lo observado en el testigo absoluto, se confirma lo mencionado por Ellsworth, *et al*. (2014), al controlar solamente la plaga objetivo y conservando a la mayoría de los enemigos naturales, el control biológico natural puede ayudar en el control de la mosca blanca.

CONCLUSIONES

Todos los insecticidas evaluados ejercieron buen control de la mosca blanca, siendo Stone y Rescate los que presentaron un mejor control de la población, principalmente de ninfas, lo que permitió mantener el nivel de población por debajo de los demás tratamientos durante más tiempo. El testigo regional Muralla Max, presentó el nivel de población más alto, tanto de adultos como de ninfas, lo que confirma que los productos de amplio espectro eliminan a la mayoría de los enemigos naturales presentes en el cultivo de algodón, impidiendo que ejerzan control de la población de mosca blanca. Evitando el uso de aplicaciones de insecticidas de amplio espectro y utilizando productos selectivos a los insectos benéficos, es posible mantener en niveles de población bajos a la mosquita blanca por la acción de los enemigos naturales.

REFERENCIAS

Ávila G. M. del R. 2000. Identificación de especias de mosquitas blancas y sus plantas hospedantes en la Comarca Lagunera. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Tesis de maestría. pp. 22 – 25.

Cano-Ríos P., Ávila-García M. del R., Sánchez-Galván H., López-Ríos E., Rangel Santos M., Blanco-Contreras E y F. Jiménez Díaz. 2001. Folia Entomológica Mexicana. 40(1):53-65. Pp.53, 54.

Ellsworth C.P., Brown L. and S. Naranjo. 2014. Seamos Selectivos. University of Arizona. College of Agricultural and Life Sciences. Cooperative Extension.

Ellsworth C.P., Pier N., Fournier A.J., Naranjo S.E., and T. Vandervoet. 2019. Predator "Thresholds". University of Arizona. College of Agricultural and Life Sciences. Cooperative Extension.

Gallegos-Cedillo Gilberto. 26 de agosto de 2019, 18:20. El Economista. Opinión Agronegocios. El mercado mundial y nacional del algodón.

Nava Camberos, Urbano, Cano Ríos, Pedro. Umbral económico para la mosquita blanca de la hoja plateada en melón en la Comarca Lagunera, México. Agrociencia [en linea]. 2000, 34(2), 227-234[fecha de Consulta 4 de marzo de 2020]. ISSN: 1405-3195. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30234212

Nava-Camberos Urbano, Ávila-Rodríguez Verónica. 2017. Folleto. Diversidad de insectos en algodonero convencional y transgénico en México. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez del Estado de Durango.

EFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE LABRANZA SOBRE EL CONTENIDO DE GLOMALINA EN SUELOS DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

EFFECT OF SEVERAL TILLAGE SYSTEMS ON GLOMALIN CONTENT IN SOILS OF SAN LUIS POTOSI, MEXICO

Erika Nava-Reyna[2*], Kassandra Santellanez-Arreola[1], Miguel Ángel Martínez-Gamiño[3], Vicenta Constante-García[2], Jesús Arreola-Ávila[1]

[1]Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional de Zonas Áridas. Carretera Gómez Palacio - Ciudad Juárez, Bermejillo, C. P. 35230 km 40, Dgo. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CENID-RASPA. Margen Derecho Canal del Sacramento km. 6.5, Zona Industrial 4ª Etapa, C.P.35140, Gómez Palacio, Durango, México. [3]INIFAP, CIRNE-Campo Experimental San Luis. Carretera San Luis Potosí-Matehuala km 14.5, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, 78431, San Luis Potosí, San Luis Potosí. nava.erika@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las prácticas agrícolas influyen en la calidad y estabilidad de los suelos de los sistemas de producción. Más aún, las condiciones ideales de fertilización y labranza propician la proliferación de hongos micorrícicos arbusculares (HMA). Por lo tanto, el surgimiento de prácticas de conservación en dichos agrosistemas beneficia sus propiedades fisicoquímicas y biológicas, así como la disponibilidad de nutrientes. En contraste, se ha demostrado que en los sistemas sometidos a labranza convencional disminuye la estabilidad de agregados de suelo (EAS) y la materia orgánica, siendo más vulnerables a los procesos de erosión hídrica. Los resultados demostraron un incremento en todos los tipos de glomalina (fácilmente extraíble, difícilmente extraíble y total) cuando el sistema de producción fue laborado bajo prácticas de conservación, por lo que parece favorecer la micorrización y la estabilidad de los agregados a largo plazo; no obstante, es necesario realizar estudios posteriores para analizar la evolución del efecto acumulado de los tratamientos evaluados a través del tiempo.

ABSTRACT

Agricultural practices influence the quality and stability of soils of production systems. Moreover, ideal fertilization conditions and tillage stimulate the development of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). Thus, the arise of conservation practices in these systems has benefited their physicochemical and biological properties, as well as the availability of nutrients. In contrast, it has been demonstrated that in systems subjected to conventional tillage, the soil aggregates stability (SAS) and organic matter content decrease, being more vulnerable to water erosion processes. High concentrations of glomalin, a protein produced by AMF, have also been related to SAS, especially in conservation management systems. Therefore, the present work aimed to evaluate the accumulated effect of different tillage systems in soils of San Luis Potosí, Mexico, over the amount of glomalin-related soil protein (GRSP). Results showed an increase in all types of glomalin (easily extractable, difficult to extract and total) when the production system was tillaged under conservation practices, which seems to favor mycorrhization and the stability of soil aggregates in the long term; however, it is necessary to carry out further studies to analyze the evolution of the accumulated effect of the evaluated treatments over time.

INTRODUCCIÓN

El proceso de agregación del suelo es complejo, en donde numerosos organismos y agentes juegan un papel indispensable. La relación entre hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y la formación de agregados del suelo se obtiene a partir de una glicoproteína de alto peso molecular producida por los HMA llamada glomalina, la cual se ha encontrado en suelos de diversos ecosistemas y en relativa abundancia, con un periodo de vida de 6 a 42 años, por lo que tiene una lenta velocidad de degradación y, por lo tanto, tiene la capacidad de ser recalcitrante (Yang *et al*., 2017). La función principal de la glomalina es cementar los agregados del suelo, influyendo en su estabilidad, además posee un rol en servicios ecosistémicos como en el secuestro de carbono y la fijación de nitrógeno en el suelo, he incluso puede representar hasta un 52% del carbono total en suelos orgánicos. *(Srinivasarao, et al*., 2015). La glomalina almacena carbono en su proteína y en subunidades de carbohidratos (glucosa principalmente) y añade la materia orgánica del suelo (MOS), uniéndose a las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Formada por un complejo de aminoácidos, carbohidratos y hierro, la glomalina también contiene proteínas que no son producidas por los HMA, además de proteínas resistentes al calor del suelo. De manera colectiva a estas proteínas se les identifica como proteínas del suelo relacionadas con glomalina (PSRG) (Santos & Scotti, 2018). Es posible diferenciar las PSRG en distintas fracciones orgánicas del suelo: la glomalina fácilmente extraíble (GFE), considerada como la formada de glomalina sintetizada de manera reciente, también es la fracción más lábil debido a su débil unión con las partículas de suelo; la glomalina difícilmente extraíble (GDE), que cuenta con la característica de ser la fracción más recalcitrante, es más difícil de extraer, y su origen se da a partir de la GFE; la glomalina total (GT), básicamente se basa en la sinergia de la GFE y la GDE (Zou *et al.*, 2016).

La concentración de glomalina se relaciona con la estabilidad de los agregados del suelo, aunque sus cualidades se ven influenciadas por las condiciones ambientales, y el manejo de suelos. De esta manera el empleo de prácticas convencionales de manejo ha derivado efectos negativos sobre la calidad y el equilibrio del mismo, entre los cuales, se encuentran la erosión, la perdida de materia orgánica del suelo (MOS) y nutrientes, entre otras (Abdalla *et al.*, 2016; Zuber & Villamil, 2016), a diferencia de los métodos de agricultura de conservación, que buscan reducir los efectos negativos de las prácticas convencionales del uso de suelo siendo una opción sustentable para la agricultura (Willekens *et al.*, 2014). Es por lo anterior, que el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto acumulado por 25 años de diferentes sistemas de labranza en suelos de San Luis Potosí, México sobre la producción de PSRG.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y características de las áreas de estudio. El estudio se llevó a cabo en el lote experimental en el Campo Experimental INIFAP, ubicado en Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí. Se evaluaron 7 tratamientos distribuidos en un diseño de bloques al azar y dos repeticiones. Cada tratamiento se estableció en parcelas de 10 surcos a 0.80 m entre sí o cinco camas de 1.60 m por 30.0 m de largo (Cuadro 1), los cuales han sido manejados por 25 años. En los tratamientos con barbecho, se realizó con arado de discos a una profundidad de 0.30 m. La rastra fue a una profundidad de 0.15 m y el multiarado a 0.30 m. Todos los tratamientos se realizaron antes de la siembra de maíz (Ceres XR-45, 69,000 plantas/ha), avena (Cuauhtémoc, 60 kg/ha) y triticale forrajero (Arne, 60 kg/ha) asociado con chícharo (20 kg/ha). Para maíz, se fertilizó con la fórmula 200-100 00, mientras que para avena y triticale se empleó el tratamiento de fertilización 90-40-00.

Cuadro 1. Descripción de los sistemas de labranza de estudio.

Tratamiento	Descripción
T1. Barbecho+ rastra	Es el tratamiento tradicional de preparación del suelo (Se voltea el suelo de 25 a 30 cm de profundidad).
T2. Rastra	Es solo con rastra (los discos de la rastra penetren como mínimo 12 cm de profundidad).
T3. Multiarado	De 1995 a 2018 se trabajó con rastra y labranza vertical. Su manejo actual es de labranza cero.
T4. Labranza cero + 0% cobertura	Labranza cero y sin cobertura de rastrojo. Siembra directa.
T5. Labranza cero + 33% cobertura	Labranza cero con 33% de cobertura (1.3 t/ha de rastrojo anual).
T6. Labranza cero + 66% cobertura	Labranza cero con 66% de cobertura (2.6 t/ha de rastrojo anual).
T7. Labranza cero + 100% cobertura	Labranza cero con 100% de cobertura (4 t/ha de rastrojo anual).

Muestreo y preparación de la muestra. Se tomaron 4 muestras de suelo al azar de 0-10 cm de cada tratamiento, para obtener una muestra compuesta del suelo. Las muestras fueron identificadas y colocadas en bolsas de plástico, almacenadas a 4°C hasta su análisis. El suelo fue secado al aire, las raíces y otros residuos visibles de plantas fueron removidos y tamizadas directamente a 2 mm de tamaño de partícula antes del análisis.

Extracción de la glomalina total (GT) del suelo. El contenido de glomalina se determinó con el método descrito por Wright y Upadhyaya (1998) modificado por Luna y col. (2016) en donde se cuantificó la glomalina producida recientemente como GFE, así como la GT. La cuantificación de proteínas totales se realiza por el método de Bradford (1975), con el empleo de albúmina sérica bovina como estándar con una lectura espectrofotométrica a 595 nm. Las concentraciones de glomalina fueron expresadas como mg g-1 de suelo (Wright & Upadhyaya, 1996).

Análisis estadístico. Se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (<50 datos) y homogeneidad de varianza a cada conjunto de datos. Posteriormente, al ser normales los datos, se realizó prueba One-Way ANOVA para muestras independientes al 95% de confianza utilizando el programa IBM SPSS Statistics 25 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTADOS DISCUSIÓN

En cuanto a la GFE, existe diferencia significativa entre los tratamientos (F=98.840, p=0.000), siendo el T7 con labranza cero + 100% cobertura el que mayor contenido presentó, seguido en orden descendente del T6, T5, T4 y T3. Los tratamientos de barbecho+rastra y rastra, obtuvieron una menor concentración de GFE (Figura 1).

La GDE también presentó diferencia significativa entre tratamientos (F=90.513, p=0.000), siendo los tratamientos de labranza cero con 100 y 66% de cobertura, los que obtuvieron los mayores niveles de GDE (Figura 2).

Asimismo, la GT presentó diferencia significativa entre los distintos sistemas de labranza de estudio (F=98.946, p=0.000), con la labranza cero + 100% de cobertura como el tratamiento que mayor acumulación de glomalina total presentó.

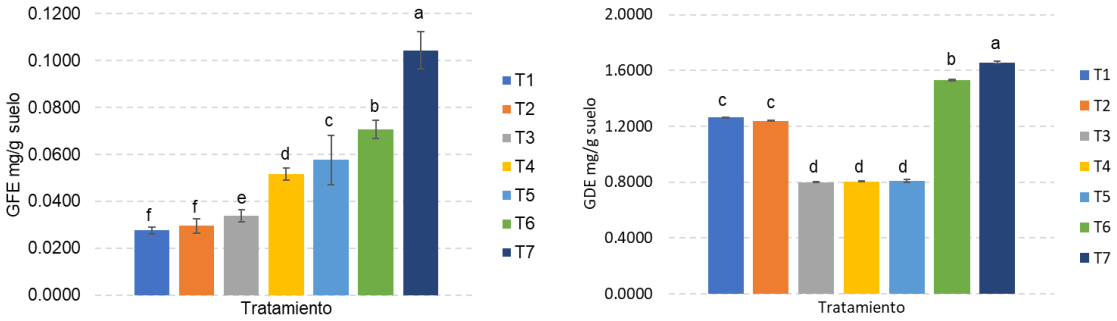


Figura 1. Contenido de GFE (a) y GDE (b) acumulado con 25 años de tratamiento.

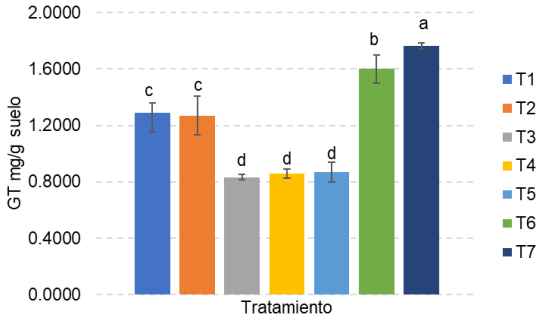


Figura 2. Contenido de GT en los sistemas de labranza evaluados luego de 25 años.

Diferentes factores pueden afectar las poblaciones, composición y funciones de los microorganismos del suelo (Ai *et al*., 2013; Geisseler & Scow, 2014). Dentro de estos microorganismos están los HMA en directa relación con el aspecto nutricional de la planta, siendo un indicador de la presencia de nutrientes y el contenido de glomalina del suelo con la formación de PSRG. Por otra parte, también la descomposición de la glomalina puede ser alterada por características del suelo como su remoción y la disponibilidad de nutrientes, que influye sobre la actividad microbiana (Wu *et al*., 2014).

Borie *et al*. (2006) comparó el efecto acumulado de prácticas convencionales y de conservación, y obtuvo un mayor contenido de PSRG con el análisis de GT, en los tratamientos bajo labranza de conservación a comparación con los de labranza convencional. Mientras que Huidoro (2011) realizó un estudio donde analizó diferentes manejos de suelo, teniendo incluso tratamientos de referencia contrastados a los convencionales y de conservación, cuyos resultados demostraron una mayor concentración de GFE en los tratamientos de labranza de conservación, lo que demuestra claramente que los grupos PSRG son sensibles a las prácticas de manejo. Tales diferencias en la contribución de glomalina, parecen estar relacionadas con el diferente origen de suelos, la diferente estabilización según la naturaleza de la MOS y la reactividad del hierro (Lozano *et al*., 2016; Staunton *et al*., 2020). De esta manera, la labranza de conservación puede contribuir a una alta disponibilidad de MOS y nutrientes. Más aún, de acuerdo con Jansa *et al*. (2003) la labranza del suelo altera la composición de las comunidades de HMA y la colonización de raíces de maíz en condiciones de campo, lo que contribuye a la estabilización de PSRG por medio de la producción de exudados.

CONCLUSIONES

La labranza de conservación parece incrementar la concentración en el contenido de PSRG en todas sus fracciones, favoreciendo así tanto la disponibilidad de nutrientes para las plantas como la captura de carbono recalcitrante en el suelo. No obstante, es necesario realizar estudios posteriores para ver la evolución de dicho efecto a través del tiempo.

REFERENCIAS

Abdalla, K., Chivenge, P., Ciais, P., & Chaplot, V. (2016). No-tillage lessens soil CO2 emissions the most under arid and sandy soil conditions: Results from a meta-analysis. *Biogeosciences*, *13*(12), 3619–3633. https://doi.org/10.5194/bg-13-3619-2016

Ai, C., Liang, G., Sun, J., Wang, X., He, P., & Zhou, W. (2013). Different roles of rhizosphere effect and long-term fertilization in the activity and community structure of ammonia oxidizers in a calcareous fluvo-aquic soil. *Soil Biology and Biochemistry*, *57*, 30–42. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.08.003

Barbosa, M. V., Pedroso, D. D. F., Curi, N., & Carneiro, M. A. C. (2019). Do different arbuscular mycorrhizal fungi affect the formation and stability of soil aggregates? *Ciencia e Agrotecnologia*, *43*. https://doi.org/10.1590/1413-7054201943003519

Borie, F., Rubio, R., Rouanet, J. L., Morales, A., Borie, G., & Rojas, C. (2006). Effects of tillage systems on soil characteristics, glomalin and mycorrhizal propagules in a Chilean Ultisol. *Soil and Tillage Research*, *88*(1–2), 253–261. https://doi.org/10.1016/j.still.2005.06.004

Bradford, M. (1975). A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Crop Journal*, *5*(5), 407–415. https://doi.org/10.1016/j.cj.2017.04.003

Cheng, Y., Wang, J., Wang, J., Chang, S. X., & Wang, S. (2017). The quality and quantity of exogenous organic carbon input control microbial NO3− immobilization: A meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, *115*, 357–363. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.09.006

Geisseler, D., & Scow, K. M. (2014). Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms - A review. *Soil Biology and Biochemistry*, *75*, 54–63. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.03.023

Huidoro, J. & Perez, C. (2011). *Niveles de glomalina y estabilidad de agregados del suelo, en distintos sistemas de manejo de tabaco en el Valle de Lerma, Salta.* 1–3.

Jansa, J., Mozafar, A., Kuhn, G., Anken, T., Ruh, R., Sanders, I. R., & Frossard, E. (2003). Soil tillage affects the community structure of mycorrhizal fungi in maize roots. *Ecological Applications*, *13*(4), 1164–1176. https://doi.org/10.1890/1051-0761(2003)13[1164:STATCS]2.0.CO;2

Lozano, E., Jiménez-Pinilla, P., Mataix-Solera, J., Arcenegui, V., & Mataix-Beneyto, J. (2016). Sensitivity of glomalin-related soil protein to wildfires: Immediate and medium-term changes. *Science of the Total Environment*, *572*, 1238–1243. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.071

Santos, H. V., & Scotti, M. R. (2018). Riparian reforestation with a single exotic species restores soil aggregation and porosity but not humic substances. *Soil Use and Management*, *34*(1), 124–133. https://doi.org/10.1111/sum.12405

Srinivasarao, C., Lal, R., Kundu, S., & Thakur, P. B. (2015). Conservation agriculture. In *Conservation Agriculture and soil carbon sequestration* (Issue March). https://doi.org/10.1007/978-3-319-11620-4

Staunton, S., Saby, N. P. A., Arrouays, D., & Quiquampoix, H. (2020). Can soil properties and land use explain glomalin-related soil protein (GRSP) accumulation? A nationwide survey in France. *Catena*, *193*(October 2019), 104620. https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104620

Willekens, K., Vandecasteele, B., Buchan, D., & De Neve, S. (2014). Soil quality is positively affected by reduced tillage and compost in an intensive vegetable cropping system. *Applied Soil Ecology*,

82, 61–71. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.05.009

Wright, S. F., & Upadhyaya, A. (1996). Extraction of an abundant and unusual protein from soil and comparison with hyphal protein of arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Science*, *161*(9), 575–586. https://doi.org/10.1097/00010694-199609000-00003

Wrigth, S. F. ., & Upadhyaya, A. (1998). A survey of soils for aggregate stability and glomalin , a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi Author (s): S . F . Wright and A . Upadhyaya Published by : Springer Stable URL : http://www.jstor.org/stable/24122646 survey of s. *Plant and Soil*, *198*(1998), 97–107. https://doi.org/10.2307/24122646

Wu, Z., McGrouther, K., Huang, J., Wu, P., Wu, W., & Wang, H. (2014). Decomposition and the contribution of glomalin-related soil protein (GRSP) in heavy metal sequestration: Field experiment. *Soil Biology and Biochemistry*, *68*, 283–290. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.10.010

Yang, Y., He, C., Huang, L., Ban, Y., & Tang, M. (2017). The effects of arbuscular mycorrhizal fungi on glomalin-related soil protein distribution, aggregate stability and their relationships with soil properties at different soil depths in lead-zinc contaminated area. *PLoS ONE*, *12*(8), 1–19. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182264

Zamora-morales, B. P. (2018). *El manejo del suelo en la conservación de carbono orgánico*. 1787–1799.

Zou, Y. N., Srivastava, A. K., & Wu, Q. S. (2016). Glomalin: A potential soil conditioner for perennial fruits. *International Journal of Agriculture and Biology*, *18*(2), 293–297. https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0085

Zuber, S. M., & Villamil, M. B. (2016). Meta-analysis approach to assess effect of tillage on microbial biomass and enzyme activities. *Soil Biology and Biochemistry*, *97*, 176–187. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.03.011

EFECTO DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DE MAÍZ

EFFECT OF CONSERVATION AGRICULTURE ON SOIL ORGANIC MATTER AND MAIZE YIELD

Martínez-Gamiño, M. A.[1] y Osuna-Ceja, E. S.[2]

[1]Investigador del INIFAP-CIRNE-CE San Luis, [2]Investigador del INIFAP-CIRNOC-CE Pabellón, martinez.miguelangel@inifap.gob.mx

RESUMEN

Al preparar el suelo para la siembra de maíz de riego en el Altiplano de San Luis Potosí, con un barbecho y uno o dos pasos de rastra por más de 50 años, la estructura del suelo se ha alterado en forma negativa por su continua destrucción. Además, el contenido de materia orgánica se ha reducido debido a que el barbecho y rastra favorecen su oxidación y a la poca adición de abonos orgánicos al suelo por parte de los productores. Un suelo con una estructura inestable y bajo contenido de materia orgánica genera condiciones físicas y químicas desfavorables para lograr altos rendimientos de maíz. La agricultura de conservación es una alternativa que conserva y mejora la estructura del suelo e incrementar la materia orgánica en su perfil. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la agricultura de conservación en la materia orgánica del suelo y el rendimiento de maíz. En un lote experimental establecido en 1994, con los tratamientos de barbecho más rastra (B+R) y agricultura de conservación con labranza cero con 33% de la superficie del suelo cubierta con rastrojo (AC), se realizó un muestreo de suelo para determinar la aportación anual de la raíz del maíz como materia orgánica al perfil del suelo y se determinó el rendimiento de maíz. Los resultados indican que el aporte anual de materia orgánica al perfil del suelo con AC fue de 10.297 t ha^{-1}contra 3.39 t ha^{-1}del B+R. El rendimiento de maíz con AC fue de 11.487 t ha^{-1}y con B+R fue de 5.582 t ha^{-1}, respectivamente. La agricultura de conservación es una tecnología que permite incrementar la materia orgánica del suelo y detener el deterioro que genera el continuo uso del barbecho más rastra.

ABSTRACT

When preparing the soil for sowing irrigated maize in the Highland of San Luis Potosí, with a fallow and one or two disking steps for more than 50 years, soil structure has been negatively altered by its continuous destruction. In addition, soil organic matter has been reduced because fallow and disk favor its oxidation and the low addition of organic fertilizers to the soil by farmers. A soil with an unstable structure and low organic matter content generates

unfavorable physical and chemical conditions to achieve high maize yields. Conservation agriculture is an alternative that conserve and improve soil structure, and increase the organic matter in its profile. The objective of this study was to assess the effect of conservation agriculture on soil organic matter and maize yield. In an experimental batch, established in 1994 with fallow and disk (B+R) and conservation agriculture with zero tillage and 33% of the surface of the soil covered with stubble (AC) treatments, a sampling was carried out to determine annual contribution of maize root as organic matter to soil profile and maize yield. Results indicate that annual contribution of organic matter to soil profile with AC was 10.297 t ha^{-1} versus 3.39 t ha^{-1} with B+R. Maize yield with AC was 11.487 t ha^{-1} and with B+R was 5.582 t ha^{-1}, respectively. Conservation agriculture is a technology that allows to increase soil organic matter and to stop the deterioration generated by the continuous use of fallow and disk.

INTRODUCCION

Al preparar el suelo, con un barbecho y uno o dos pasos de rastra por más de 50 años, para la siembra de maíz de riego en el Altiplano de San Luis Potosí, la estructura del suelo se ha alterado en forma negativa por su continua destrucción. Además, el contenido de materia orgánica se ha reducido debido a que barbecho y rastra favorecen su oxidación y a la poca adición de materia orgánica al suelo por parte de los productores. Un suelo con una estructura inestable y bajo contenido de materia orgánica genera condiciones físicas y químicas desfavorables para lograr altos rendimientos de maíz (Ramírez-Barrientos *et al*., 2005). La agricultura de conservación promueve que el suelo se mueva lo menos posible para realizar la siembra de los cultivos, se proteja la superficie del suelo con residuos de cosecha y se practique una rotación de cultivos (Osuna-Ceja *et al., 2014*). En el Altiplano de San Luis Potosí en los últimos 21 años se ha generado información para implementar la agricultura de conservación en una rotación maíz-avena forrajera en condiciones de riego. Los resultados indican que la compactación, densidad aparente y porosidad fue de 1,200 kPa, 1.19 g cm^{-3} y 13.5 %, en relación con los valores de 5,400 kPa, 1.31 g cm^{-3} y 7.25% registrados con el barbecho más rastra, y que el rendimiento de maíz forrajero en base a materia seca de 22.103 t ha^{-1} y 13.976 t ha^{-1} con y sin Agricultura de Conservación, respectivamente (Martínez-Gamiño *et al*., 2014). Sin embargo, se carece de información para los suelos de esta amplia zona de México sobre métodos que eviten perder la materia orgánica del suelo y por el contrario aumentarla para incidir en una mejor calidad del suelo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la agricultura de conservación en la materia orgánica del suelo y el rendimiento de maíz.

MATERIALES Y METODOS

En un lote experimental establecido en 1994, con los tratamientos de barbecho más rastra (B+R) y agricultura de conservación con labranza cero con 33% de la superficie del suelo cubierta con rastrojo (AC) en un diseño experimental de bloques al azar con dos repeticiones, se realizó un muestreo de suelo para determinar la aportación de la raíz del maíz como materia orgánica al perfil del suelo. Cada tratamiento fue establecido en parcelas de 10 surcos a 0.80 m entre sí o cinco camas de 1.60 m por 30.0 m de largo. Durante el ciclo primavera verano, se sembró el maíz Ceres XR-45 con una densidad de 69,000 plantas por hectárea. Se fertilizó con la fórmula 200-100 00 con el 50% del nitrógeno y 100% del fósforo aplicado en la siembra y el 50% restante del nitrógeno en la segunda escarda. Los riegos se aplicaron cuando, de la siembra a inicio de floración se tuvo un abatimiento de la humedad aprovechable del 40% y del 70% de la floración a madurez fisiológica. Para el control de la maleza en los tratamientos con cero labranza, se aplicaron 2 L ha^{-1} del herbicida Faena, aplicado antes de la siembra. Después de la siembra, se aplicó Gesaprim combi, 1 L ha^{-1}. Se realizó un deshierbe mecánico al momento de realizar las escardas, la primera a los 21 días después de la siembra (DDS) y la segunda a los 35 DDS. El rendimiento de maíz se determinó de dos muestras en cada tratamiento y repetición de 0.825 m por 6.0 m de longitud.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso de la raíz de maíz y avena para un ciclo de cultivo

El análisis estadístico del peso seco de la raíz de maíz reportó diferencias ($p< 0.05$) favorable a AC con un valor de 10.297 t ha^{-1}, mientras que en el tratamiento de B+R fue de 3.39 t ha^{-1}. La diferencia en el peso de los residuos de raíz favorable al tratamiento con AC, fue la consecuencia de no invertir el suelo por 25 años, mientras que en el caso del B+R, el suelo se ha invertido cada año antes de la siembra de maíz. Con AC, la raíz del maíz pudo desarrollar mejor dado que la estructura del suelo se ha mejorado a lo largo de 25 años en donde los residuos de la raíz se han acumulado en la zona de siembra de las camas permanentes. En cambio, con B+R, las raíces del cultivo de maíz se mezcló en el suelo durante el barbecho y rastra. En este tratamiento, dado que no se ha incorporado materia orgánica, pues todo el rastrojo se retira tradicionalmente para uso como forraje, la estructura del suelo se ha deteriorado al grado de presentar una fuerte compactación desde el inicio del ciclo, lo cual es un obstáculo para que la raíz del maíz desarrolle como en AC. Lo anterior refleja que con AC se han generado mejores condiciones físicas del suelo que permitieron un mejor desarrollo de la raíz del cultivo de maíz.

Modificación anual de la MO del suelo

Cuando se barbecha el suelo a una profundidad de 0.3 m y con una densidad aparente de 1.4 g cm^{-3}, en el tratamiento de B+R, se mueven 4,200 t ha^{-1}. Si el peso de la raíz de maíz con este tratamiento fue de 3.39 t ha^{-1}, se tiene que para las 4,200 t ha^{-1} de suelo, las 3.39 t ha^{-1} de raíces de maíz al año representan solo el 0.081 %. Es decir, el tratamiento de B+R tiene una capacidad de aportar al suelo cada año un 0.081 % de materia orgánica, dado que solo las raíces son las que permanecen en el suelo y el rastrojo es cosechado en su totalidad. Este porcentaje de aporte de materia orgánica al año es muy bajo si se considera que en el tratado de París se menciona la necesidad de incrementar la materia orgánica al menos 0.4 % para mantener la fertilidad del suelo. Por lo que en este tratamiento, la fertilidad física y química es afectada por la poca incorporación de la materia orgánica al suelo.

En cambio, en el tratamiento con AC, las raíces se mantuvieron en la zona de siembra, en donde año con año se acumulan las raíces de maíz. En la zona de siembra, el volumen de suelo en una área de 0.20 por 0.30 m por 0.3 de profundidad y una densidad aparente de 1.2 g cm^{-3} el peso del suelo es de 872.712 t ha^{-1}, y en donde el peso de la raíz de maíz de 3.39 t ha^{-1} representa un 1.18 %. Este porcentaje sobrepasa la cantidad sugerida por el tratado de París para incrementar la materia orgánica del suelo, por lo que la siembra continua del cultivo de maíz con agricultura de conservación es una alternativa para incrementar la materia orgánica en el perfil del suelo, independientemente de que en la superficie, para cubrir al menos 30 % de la superficie del suelo con residuos se dejan anualmente 1.3 t ha^{-1} de rastrojo de maíz.

Rendimiento de grano de maíz

El rendimiento de maíz entre los diferentes tratamientos obtuvo diferencias significativas ($p < 0.05$). En la Figura 1 se observa como el tratamientos con AC obtuvo un rendimiento de 11.487 t ha^{-1} mientras que en el tratamiento de B+R, el rendimiento fue de 5.582 t ha^{-1}, lo cual representa un incremento del 106 %. Esta diferencia en el rendimiento favorable al tratamiento con AC se explica por el mejor desarrollo de la raíz, el cual a su vez fue favorecido por la mejor estructura del suelo al no destruirla como en el caso del tratamiento con B+R.

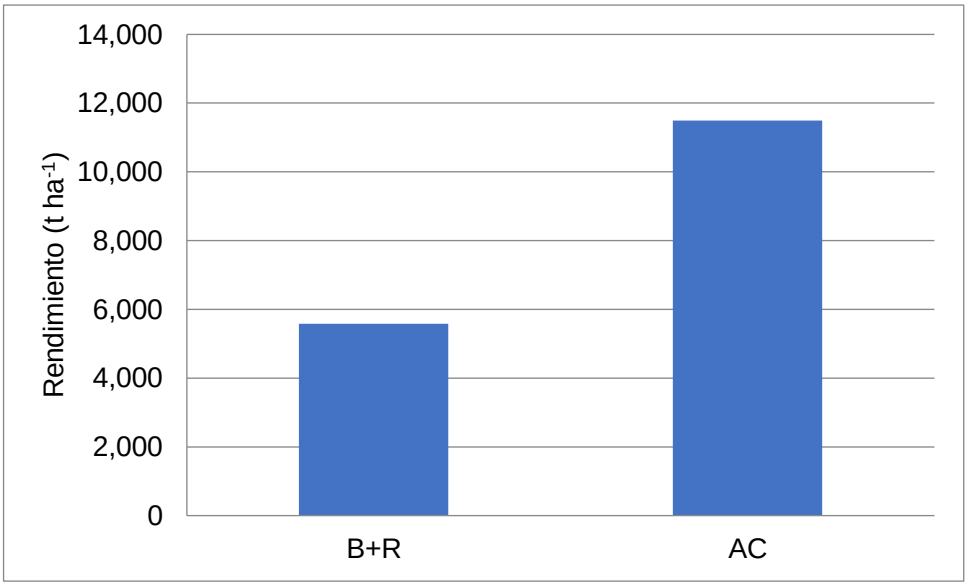


Figura 1. Rendimiento de maíz con diferentes métodos de labranza en el Campo Experimental San Luis. P-V 2019.

CONCLUSIONES

La agricultura de conservación aportó al perfil del suelo en la zona de siembra 10.297 t ha^{-1}, de materia orgánica, lo cual representó un incremento de 204% respecto a la aportación con el método tradicional de preparación del suelo con barbecho más rastra. La agricultura de conservación puede incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, con solo considerar el aporte de raíces, de 1.18% al año, por lo que es una alternativa para mejorar el contenido de materia orgánica en el suelo. El rendimiento de maíz se incrementó en 106 % con agricultura de conservación en relación al barbecho más rastra.

REFERENCIAS

Martínez G. M. A., Jasso Ch. C., Osuna C. E., Reyes M. L.,Huerta D. J. y Figueroa S. B. 2014. Efecto del fertirriego y labranza de conservación en propiedades del suelo y el rendimiento de maíz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol. 5 (6) 16.

Osuna-Ceja, E.S., G. Núñez-Hernández, F. González-Castañeda, L.Reyes-Muro, L.E. Arias-Chávez, R. Sánchez-Gutiérrez, M.A. Cortés-Chamorro, L.H. Maciel-Pérez y M.R. Tovar-Gómez. 2014. Agricultura de Conservación: alternativa integral para la producción sustentable de forraje de temporal. INIFAP, Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags., México. 26 p. (Folleto Técnico Núm. 45).

Ramírez-Barrientos, B. Figueroa-Sandoval, V. M. Ordaz-Chaparro y V. H. Volke-Haller. 2005. Efecto del Sistema de Labranza de Cero en un Vertisol. Terra Latinoamericana 24:1009-118.

EFECTO PROTECTOR DE *Rhizophagus intraradices* SOBRE LA INCIDENCIA DE VIROSIS EN CHILE HABANERO

PROTECTIVE EFFECT OF *Rhizophagus intraradices* ON THE INCIDENCE OF VIROSIS IN HABANERO CHILI PEPPER

Lozano-Contreras Mónica Guadalupe[1] , Ramírez-Jaramillo Genovevo[2], Ramírez-Silva Jorge Humberto[2]

[1]Campo Experimental Mocochá, km 25 antigua carretera Mérida- Motul, Mocochá, Yucatán, México. [2]Centro de Investigación Regional Sureste (CIRSE) del INIFAP. Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130. Mérida Yucatán. lozano.monica@inifap.gob.mx

RESUMEN

El chile habanero, es uno de los principales cultivos de la agricultura en la Península de Yucatán cuya producción lo convierte en un producto tradicional con el que identifican a la región en todo el mundo. La producción de este cultivo, se ve limitada por una serie de factores, entre los que se encuentran la incidencia de plagas y enfermedades. El uso de micorrizas es una alternativa viable para nutrir los cultivos e incrementar su productividad sin deteriorar el suelo. Además, se ha comprobado que presentan un efecto bioprotector contra la mayoría de los hongos patógenos. Actualmente, se cuentan con pocos estudios sobre el efecto de los hongos micorrízicos arbusculares contra enfermedades virales. Por tal motivo, el objetivo de nuestro estudio es estimar el efecto protector de las micorrizas arbusculares vesiculares sobre la presencia de virosis en plantas de *Capsicum chinense* Jacq. Se utilizaron plantas de chile habanero cv. Criollo naranja. Los tratamientos evaluados fueron: a) un control (sin fertilización y sin biofertilizante); b) fertilización química; c) *Rhizophagus irregularis* (Micorriza INIFAP^{MR}); d) *Funneliformis mosseae* (Cepa 4); e) *Funneliformis mosseae* (Cepa 23); f) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 34); g) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 37); h) *Glomus glomerulatum* (Cepa 76); i) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 82). La inoculación de plantas con micorrizas nativas promovió el crecimiento y desarrollo al menos el 40% del cultivo en relación a los tratamientos sin micorrizas. *Funneliformis mosseae* registró los mayores valores de rendimiento, superando al tratamiento testigo de fertilización tradicional. Los tratamientos con las cepas de *Rhizophagus irregularis*, *Glomus glomerulatum*, y *Funneliformis mosseae* fueron los tratamientos que mostraron mayor tolerancia a virosis.

ABSTRACT

The habanero pepper is one of the main agricultural crops in the Yucatan Peninsula whose production makes it a traditional product with which they identify the region throughout the world. The production of this crop is limited by a series of factors, among which are the incidence of pests and diseases. The use of mycorrhizae is a viable alternative to nourish crops and increase their productivity without deteriorating the soil. Furthermore, they have been shown to have a bioprotective effect against most pathogenic fungi. Currently, there are few studies on the effect of arbuscular mycorrhizal fungi against viral diseases. For this reason, the objective of our study is to estimate the protective effect of vesicular arbuscular mycorrhizae on the presence of virosis in *Capsicum chinense* Jacq plants. The treatments evaluated were: a) control (without fertilization and without biofertilizer); b) chemical fertilization; c) *Rhizophagus irregularis* (Mycorrhiza INIFAP^{MR}); d) *Funneliformis mosseae*

(Strain 4); e) *Funneliformis mosseae* (Strain 23); f) *Rhizophagus irregularis* (Strain 34); g) *Rhizophagus irregularis* (Strain 37); h) *Glomus glomerulatum* (Strain 76); i) *Rhizophagus irregularis* (Strain 82). Inoculation of plants with native mycorrhizae promoted the growth and development of at least 40% of the crop in relation to treatments without mycorrhizae. *Funneliformis mosseae* registered the highest yield values, surpassing the traditional fertilization control treatment. Treatments with the strains of *Rhizophagus irregularis*, *Glomus glomerulatum*, and *Funneliformis mosseae* were the treatments that showed greater tolerance to virosis.

INTRODUCCION

El chile habanero está considerado como uno de los cultivos de mayor potencial tanto económico como social (Olguín-Rojas, 2019). Actualmente este cultivo se siembra en 18 estados de la republica mexicana, con una superficie total de 1,134 ha sembradas y un valor de producción de 409,173 miles de pesos (SIAP, 2019); siendo Yucatán el estado con mayor superficie sembrada (187.34 ha) (SIAP, 2019).

Este cultivo se siembra principalmente por el sistema tradicional en campo a cielo abierto, el cual se caracteriza por el empleo de tecnología baja: riego con manguera, 10,000 plantas ha^{-1}, manejo sanitario deficiente, fertilización manual, entre otras; obteniendo un promedio de 10 ton ha^{-1} de chile habanero fresco (Olguín-Rojas, 2019). Este sistema se ve afectado negativamente por un gran número de factores ambientales (estrés hídrico, plagas y enfermedades) capaces de reducir dramáticamente la calidad del producto, los rendimientos y con esto la rentabilidad del cultivo (Soria *et al*., 2002). Una alternativa ecológicamente aceptable para aumentar el rendimiento de cultivos y proteccion contra enfermedades, es la inoculación de microorganismos promotores del crecimiento, denominados bioestimulantes o biofertilizantes (Compant *et al*., 2010; Parmar y Dufresne, 2011)

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) juegan un papel importante en el mantenimiento y estabilidad del agroecosistema, también tienen un efecto en el desarrollo y sanidad de la planta, así como en la protección contra enfermedades y en la tolerancia y acumulación de metales pesados (Carreón-Abud *et al*., 2008). Diversos investigadores han estudiado las interacciones que existen entre hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y hongos fitopatógenos con gran éxito. La protección contra patógenos fúngicos, ha tenido hallazgos positivos consistentes relacionados con el efecto bioprotector de la HMA, contra la mayoría de los hongos patógenos tales como los hongos de los géneros: *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium* y *Verticillium* (Ronsheim, 2016; Singh y Giri, 2017).

Sin embargo, actualmente, se cuentan con pocos estudios sobre el efecto de los hongos micorrícicos arbusculares contra enfermedades virales. Investigaciones como las realizadas por Daft y Okusanya (1973), en plantas de tomate, petunias y fresa, sometidas a infecciones virales, observaron una estimulación de la replicación viral en aquellas plantas que estaban micorrizadas demostrando que la interacción virus-planta-HMA es favorable para la replicación del virus y no contra de esta. Otros trabajos con plantas de tabaco colonizadas con *Rhizophagus intraradices* en donde las hojas desprendidas las inocularon con el Virus del mosaico del tabaco, un virus de RNA, presentando las plantas micorrizadas lesiones típicas de necrosis provocadas por TMV, en un menor tiempo y de mayor tamaño en hojas, lo que se le atribuyó a un aumento en la sensibilidad a infecciones virales por parte de la micorrización (Shaul *et al*., 2000). Morales, (2011) presenta evidencias experimentales que apoyan la idea

de que la micorrización en tomate induce mecanismos de defensa en la parte aérea de la planta, contra enfermedades causadas por PepGMV un Begomovirus bipartita. Por tal motivo, el objetivo de nuestro estudio es estimar el efecto protector de las micorrizas arbusculares vesiculares sobre la presencia de virosis en plantas de *Capsicum chinense* Jacq.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se estableció en el ciclo otoño-invierno bajo condiciones de riego en el Sitio Experimental Uxmal del INIFAP, el cual se ubica en el municipio de Muna, Yucatán, México (20°29´08.1" de latitud norte y 89°24´39" de longitud oeste, a una altitud de 50 msnm), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Establecimiento del experimento

Se utilizaron plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) cv. Criollo naranja. Los tratamientos evaluados fueron: a) un control (sin fertilización y sin biofertilizante); b) fertilización química (10.88 g.planta^{-1}, 7.6 g.planta^{-1} y 5.56 g.planta^{-1}); c) *Rhizophagus intraradices* (Micorriza INIFAP); d) *Funneliformis mosseae* (Cepa 4, aislada en el estado de Durango); e) *Funneliformis mosseae* (Cepa 23, aislada en el estado de México); f) *Rhizophagus intraradices* (Cepa 34, aislada en el estado de Michoacán); g) *Rhizophagus intraradices* (Cepa 37, aislada en el estado de Sonora); h) *Glomus glomerulatum* (Cepa 76, aislada en el estado de Chiapas); i) *Rhizophagus intraradices* (Cepa 82, aislada en el estado de Quintana Roo). Las diferentes micorrizas evaluadas fueron inoculadas al momento de la siembra en charolas de poliestireno con 200 cavidades y una semana después de la emergencia de las plántulas. La dosis consistió en (≥ 65 esporas/g) de micorriza por planta. El área experimental total fue de 400 m^2, la distribución de los tratamientos consistió de bloques completos al azar con cuatro repeticiones por tratamiento, cada repetición constó de diez plantas como unidad experimental. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias (Tukey, P≤0.05) en el paquete estadístico InfoStat versión 2014 (Universidad Nacional de Córdova, Argentina).

Variables de respuesta y fitosanitarias

El crecimiento de las plantas se evaluó con: 1) altura de la planta; 2) diámetro del tallo; 3) biomasa fresca medida a 90 ddt; 4) biomasa seca medida a 90 ddt. Los órganos de las plantas se separaron y depositaron en bolsas de papel, se secaron 3 d en una estufa a 65°C y se pesaron. Las variables para los componentes del rendimiento fueron: número y peso de los frutos frescos de cuatro cortes en cada una de las diez plantas de la parcela útil. Como parte del control fitosanitario del cultivo se establecieron en la parcela, se establecieron trampas amarillas en disposición cinco de oros, las cuales se monitorearon en periodos de 10 días durante la duración del experimento, registrándose la fluctuación poblacional de adultos de mosca blanca, thrips y pulgones. Al final del experimento, se estimó por tratamiento la severidad de virosis mediante una escala pictórica de 6 clases. (Steel y Torrie 1986)

RESULTADOS Y DISCUSION

Se presentaron diferencias significativas en la altura de las plantas (AP), por efecto de los tratamientos a los 90 días posteriores al establecimiento. Presentaron altas diferencias estadísticas (p≤ 0.01), el tratamiento Micorriza INIFAP® (*R. intraradices*), promovió la mayor AP con un promedio 50 cm, seguido de *G. glomerulatum* y *F. mosseae* con 48.7 y 46 cm en promedio por planta respectivamente (Tabla 1), mientras que las plantas menos favorecidas con esta variable fueron los testigos sin fertilización y con fertilización química tradicional. A

los 90 ddt no hubo diferencias (p≥0.05) entre los tratamientos para el diámetro de tallo (DT), sin embargo, los tratamientos donde se incluyeron micorrizas (HMA) proporcionaron los mayores valores (Tabla 1), superando a los tratamientos testigo (sin fertilización) y con fertilización química tradicional, que obtuvieron un diámetro de 0.7 cm. Novella (2001) obtuvo similares resultados, no significativos estadísticamente, pero los valores con HMA fueron mayores que los del testigo. Alonso-Contreras *et al*. (2013) al evaluar distintos consorcios micorrícicos aislados de la rizósfera de manzano (Malus domestica B.), encontraron que, los HMA fueron capaces de promover el crecimiento en plantas de chile, reflejado en un mayor diámetro del tallo y área foliar.

Tratamientos		Variables				
		Altura de la planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Biomasa en fresco (g.planta^{-1})	Biomasa en seco (g.planta^{-1})	Número de frutos (frutos.planta^{-1})
90 DDS	1	42 b*	0.7 bc	78 bdc	33 bdc	23 c
	2	42.7 b	0.78 c	64 d	27 d	35.6 cb
	3	50 a	1.09 a	86 bdc	36 bac	40 b
	4	45 ba	0.89 ba	93 bac	36 bac	33 cb
	5	46 ba	1.00 a	83 bdac	36 bac	66 a
	6	42 b	0.9 ba	101 a	40.78 a	45.5 b
	7	44 ba	0.92 a	72 dc	32 dc	50 b
	8	48.7 ba	1.03 a	96 ba	38.74 ba	42 b
	9	45.8 ba	0.95 a	77 bd	33 dc	32 cb

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos sobre las variables de rendimiento en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.).

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey (p<0.05). 1) un control (sin fertilización y sin biofertilizante); 2) fertilización química (10.88 g.planta^{-1}, 7.6 g.planta^{-1} y 5.56 g.planta^{-1}); 3) *Rhizophagus intraradices* (Micorriza INIFAP); 4) *Funneliformis mosseae* (Cepa 4, aislada en el estado de Durango); 5) *Funneliformis mosseae* (Cepa 23, aislada en el estado de México); 6) *Rhizophagus intraradices* (Cepa 34, aislada en el estado de Michoacán); 7) *Rhizophagus intraradices* (Cepa 37, aislada en el estado de Sonora); 8) *Glomus glomerulatum* (Cepa 76, aislada en el estado de Chiapas); 9) *Rhizophagus intraradices* (Cepa 82, aislada en el estado de Quintana Roo).

En relación a la biomasa fresca (BF) y seca (BS), los tratamientos *Rhizophagus intraradices* (C34) y *G. glomeratum* (C76) presentaron mayor peso seco por planta con 101 g.planta^{-1} y 96 g.planta^{-1} respectivamente, mientras que el tratamiento que registro la menor biomasa fresca y seca fue el tratamiento que contenía la fertilización química completa con 64 g.planta^{-1} de BF y 27 g.planta^{-1} de BS, respectivamente (Cuadro 1). Los tratamientos con *Funneliformis mosseae* provenientes de cepas aisladas en los estados de Durando y Estado de México y la cepa micorriza INIFAP® (*R. intraradices*), obtuvieron pesos similares con relación a la biomasa seca de la planta con 36 g.planta^{-1}, mientras que los tratamientos *Rhizophagus intraradices* (C34) y *Glomus glomerulatum* (C76) obtuvieron la biomasa seca más alto con 40.78 y 38.74 g.planta^{-1} respectivamente. Las plantas inoculadas con micorrizas (HMA) mostraron rendimiento y peso del fruto mayores (p≤ 0.005) que los demás tratamientos. El mayor número de frutos (NF) y peso de frutos (PF) se registraron en aquellas plantas que fueron tratadas con *Funneliformis mosseae* y *Rhizophagus intraradices* (Cuadro 1). El tratamiento inoculado con *Funneliformis mosseae* (C23), sobresalió por el resto de los tratamientos, al producir en promedio 66 frutos.planta^{-1}, con un peso estimado de 495.1 g.planta^{-1}. Superando al tratamiento testigo con fertilización tradicional completa con 47% en el número de frutos y con el 43.5% en el peso de fruto.

Cuadro 2. Efecto de tratamientos sobre la severidad de virosis en chile habanero, estimado con una escala arbitraria pictórica con seis clases.

Tratamientos	Severidad (%)	Colonización (%) de micorrizas
1	98.5a*	0d
2	80.5bc	0cd
3	85.5bc	38 bcd
4	45.8b	50.1 ab
5	25.4e	57.7 ab
6	42.5c	39.3bcd
7	35.7d	36bcd
8	27.3e	41.3 ab
9	27.1e	42.8 ab

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey ($p<0.05$). 1) un control (sin fertilización y sin biofertilizante); 2) fertilización química (10.88 g.planta^{-1}, 7.6 g.planta^{-1} y 5.56 g.planta^{-1}); 3) *Rhizophagus intraradices* (Micorriza INIFAP); 4) *Funneliformis mosseae* (Cepa 4, aislada en el estado de Durango); 5) *Funneliformis mosseae* (Cepa 23, aislada en el estado de México); 6) *Rhizophagus intraradices* (Cepa 34, aislada en el estado de Michoacán); 7) *Rhizophagus intraradices* (Cepa 37, aislada en el estado de Sonora); 8) *Glomus glomerulatum* (Cepa 76, aislada en el estado de Chiapas); 9) *Rhizophagus intraradices* (Cepa 82, aislada en el estado de Quintana Roo).

La severidad de la virosis estimada en los tratamientos, indicó plantas menos afectadas con la inoculación de micorrizas en particular con las cepas *Rhizophagus intraradices* (C9), *Glomus glomerulatum* (C76), y *Funneliformis mosseae* (C23) (Cuadro 2), contrario a los testigos los cuales presentaron la mayor incidencia de plantas con síntomas de virosis. Los tratamientos que registraron los mayores porcentajes de colonización micorrízica, fueron los mismos que presentaron menos plantas con síntomas (*R. intraradices* (C9), *Glomus glomerulatum* (C76), y (C23) *Funneliformis mosseae*), lo cual explica por qué estos tratamientos mostraron mayor tolerancia a la presencia de virus en la parcela (Cuadro 2).

Los tratamientos que se inocularon con micorrizas y en particular con la cepa *R. intraradices* (Micorriza INIFAP®), *Glomus glomerulatum* (C76), *Rhizophagus intraradices* (C34) y *Funneliformis mosseae* (C23); mostraron mayor resistencia a estas condiciones climáticas durante el experimento y se mantuvieron en buen desarrollo hasta el momento de la cosecha. En relación a la fluctuación poblacional de insectos vectores de virosis en el experimento con chile habanero (*C. chinense* Jacq.), existieron dos incrementos de la población de insectos vectores uno; a los 20 días después del trasplante y que correspondió a pulgones y mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.), asociados a la transmisión de virus.

CONCLUSIONES

La inoculación de plantas con micorrizas nativas promovió el crecimiento y desarrollo al menos el 40% del cultivo en relación a los tratamientos sin micorrizas. *Funneliformis mosseae* (Cepa 23, aislada en el estado de México) registró los mayores valores de rendimiento, superando al tratamiento testigo de fertilización tradicional. los tratamientos *Rhizophagus intraradices* (C9), *Glomus glomerulatum* (C76), y *Funneliformis mosseae* (C23) fueron los tratamientos que mostraron mayor tolerancia a virosis. Los tratamientos que registraron los mayores porcentajes de colonización micorrízica, fueron los mismos que presentaron menos plantas con síntomas (*Rhizophagus intraradices* (C9), *Glomus glomerulatum* (C76), y (C23) *Funneliformis mosseae*).

REFERENCIAS

Alonso-Contreras, R., Aguilera-Gómez, L. I., Rubí-Arriaga, M., González-Huerta, A., Olalde-Portugal, V., Rivas-Manzano, I.V. (2013). Influencia de hongos micorrícicos arbusculares en el crecimiento y desarrollo de *Capsicum annuum* L. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 4: 77-88.

Carreón-Abud, Y., Gómez-Dorantes, N., Martínez-Trujillo, M. (2008). Las micorrizas arbusculares en la protección vegetal. Biológicas 10: 60-70. https://www.researchgate.net/profile/Yazmin_Carreon-Abud/publication/266505917_Las_micorrizas_arbusculares_en_la_proteccion_vegetal/links/568cadd008ae197e4268c9f5.pdf

Compant, S. C. Clement, and A. Sessitsch. (2010). Plant growth promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospect for utilization. Soil Biology and Biochemistry. 42(5): 669-678. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071709004398

Daft, M. J., Okusanya, B. O. (1973). Efect of endogone mycorrhiza on plant growth. New Phytol. 72: 975 - 983.

Morales, A., J. J. (2011). Inducción de la tolerancia contra el Virus del mosaico dorado del chile (PepGMV) en plantas de tomate (Solanum lycopersicum) micorrizadas con Rhizophagus intraradices. Tesis de Maestría En Recursos Naturales Y Medio Ambiente. Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa Guasave, Sinaloa, México.

Olguín-Rojas, J. A. (2019). Microencapsulación de extractos de chile habanero (*Capsicum chinense*) empleando secado por aspersión y CO_2 supercrítico. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias en Alimentos. Universidad de Cádiz. Tecnológico nacional de México. Instituto Tecnológico de Veracruz. Veracruz, México.

Ronsheim, M. L. (2016). Plant Genotype Influences Mycorrhiza Benefits and Susceptibility to a Soil Pathogen. The American Midland Naturalist. 175: 103–112.

Shaul, O., David, R., Sinvani, G., Ginzberg, I., Ganon, D., Wininger, S., Ben-Dor, B., Badani, H., Ovdat, N., Kapulnik, Y. (2000). Plant Defense Responses During Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis. In: Podila, G. K., Douds, D. D. eds, Current Advances in Mycorrhizae Research. APS Press, St. Paul, Mn, 61-68 pp.

Sistema de información agroalimentario y pesquera (SIAP). (2019). Anuario estadístico - Agricultura. SAGARPA. (http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/).

Singh, I., Giri, B. (2017). Arbuscular Mycorrhiza Mediated Control of Plant Pathogens. In: Varma, A., Prasad, R., Tuteja, N. (eds) Mycorrhiza-Nutrient Uptake, Biocontrol, Ecorestoration. Springer, Cham. 131-159 pp. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68867-1_7

Soria F., M., J. Tun S., A. Trejo R. y R. Terán S. 2002. Tecnología para Producción de Hortalizas a Cielo Abierto en la Península de Yucatán. SEP-DGETA. 3ª Edición. Conkal. Yucatán, México. 430 p.

Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. (1996). Bioestadística Principios y Procedimientos. McGraw-Hill. México.

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE MELÓN A NIVEL PRODUCTOR EN LA COMARCA LAGUNERA DE COAHUILA

ESTIMATION OF MELON LOSSES AT THE PRODUCER LEVEL IN THE COMARCA LAGUNERA OF COAHUILA

Fabela-Hernández, Adriana Monserrat[1]; Espinoza-Arellano, José de Jesús[2]; Molina-Morejón, Víctor Manuel[2] y Guerrero-Ramos, Liliana Angélica[2]

[1] Doctorante, Programa en Administración y Alta Dirección, Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Coahuila, Unidad Torreón. Boulevard Revolución 153 Ote, C.P. 27,000, Torreón, Coah., México. Tel. (871) 712 8044. E-mail: adriana_fabela@hotmail.com
[2] Catedrático Investigador de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Coahuila, Unidad Torreón. Boulevard Revolución 153 Ote, C.P. 27,000, Torreón, Coah.
E-mail autor principal: adriana_fabela@hotmail.com

RESUMEN

Se estiman en alrededor 348,000 toneladas la cantidad de alimentos que son desaprovechados diariamente en América Latina. El objetivo de este trabajo fue cuantificar las pérdidas de melón a nivel huerta y durante el empaque, identificar las causas de esas pérdidas y proponer medidas para su reducción. A nivel mundial se utilizan diversas metodologías para medir las pérdidas y desperdicios de alimentos, en este trabajo se optó por el método de encuestas. Se obtuvieron estimaciones de las pérdidas, así como de las causas de estas, mediante la aplicación de 47 cuestionarios a productores de melón de los municipios de Matamoros y Viesca del estado de Coahuila.

ABSTRACT

The amount of food that is wasted daily in Latin America is estimated at around 348.000 tons. The objective of this paper was to quantify melon losses at the orchard level and during packing, identify the causes of these losses and propose measures for their reduction. At the global level, various methodologies are used to measure food losses and waste, in this paper the survey method was chosen. Estimates of the losses, as well as their causes, were obtained by applying 47 questionnaires to melon producers in the municipalities of Matamoros and Viesca in the state of Coahuila.

INTRODUCCIÓN

Se estima que en América Latina alrededor de 348,000 toneladas de alimentos son desaprovechados cada día, lo que equivaldría a alimentar a 36 millones de personas. Las pérdidas y desperdicios de alimentos contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero y tienen un costo global de 750,000 millones de dólares según estimaciones de la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2018).

Las pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina se estiman de la siguiente manera: 25 por ciento de los cereales, 55 por ciento de las frutas y hortalizas, 33 por ciento en los pescados y mariscos, 20 por ciento en las oleaginosas y legumbres, 40 por ciento en las raíces y tubérculos, 20 por ciento en las carnes y 20 por ciento en los productos lácteos (FAO, 2016). Cabe destacar el alarmante 55 por ciento de pérdidas y desperdicios en frutas y hortalizas que se deben en gran parte a su carácter perecedero.

En lo que respecta a México de acuerdo con estimaciones realizadas se desperdicia en promedio el 37.26 por ciento de los alimentos. Algunos de los alimentos más desperdiciados fueron la guayaba, leche de vaca, mango, pescados y sardinas, aguacate, plátano verde y tabasco, nopal, arroz y pepino (FAO, 2015).

Con información de la FAO (2015) en el año 2013 se construyó un Índice de Desperdicio de Alimentos, el cual trajo consigo determinar la magnitud de las pérdidas y desperdicios de alimentos, así como buscar posibles soluciones a este problema.

Las principales causas de pérdidas y desperdicios de alimentos en México son las siguientes: falta de certificaciones y estándares de calidad, ineficiente administración de insumos y productos, malas prácticas en el manejo de insumos y productos, sistemas inadecuados de transporte, distribución y almacenamiento, infraestructura inadecuada, el personal no cuenta con la suficiente capacitación y empaques y embalajes inadecuados (FAO, 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

El World Resources Institute (Instituto de Recursos Mundiales) desarrolló 10 metodologías para cuantificar las pérdidas y desperdicios de alimentos: método de pesaje directo, método de conteo, método de evaluación por volumen, método de análisis de composición de residuos, método de archivos, método de diarios, método de encuestas, método de balance de masa, método de modelado y método de datos proxy (FAO, 2017).

En el presente proyecto se utilizó el método de encuestas. Se optó por esta metodología debido a su bajo costo en comparación con otras. La encuesta se aplicó a productores de melón de los municipios de Matamoros y Viesca en el estado de Coahuila. Se eligió el cultivo del melón porque es el cultivo hortícola de mayor importancia en la Comarca Lagunera (Espinoza *et al.*, 2017). El cuestionario estuvo integrado por 18 preguntas, las cuales se enfocaron a conocer los periodos de siembra y de cosecha, los híbridos sembrados, porcentajes de pérdidas a nivel huerta y empaque de melón, principales razones por las cuales el fruto es desechado, rendimientos por hectárea, entre otros. Cabe destacar que se evaluó el ciclo agrícola 2019.

Para obtener la muestra se utilizó la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N\,(Z)^2\,(\sigma)^2}{(N-1)(e)^2 + (Z)^2\,(\sigma)^2}$$

Donde: n=Tamaño de muestra, N= Tamaño de población (en base al padrón de productores de melón del CADER-SADER de Matamoros, Coah.), Z^2 =1.96 (para un alfa de 0.05), e=1 (Error máximo admisible) y $(\sigma)^2$ = 6.62 (Varianza).

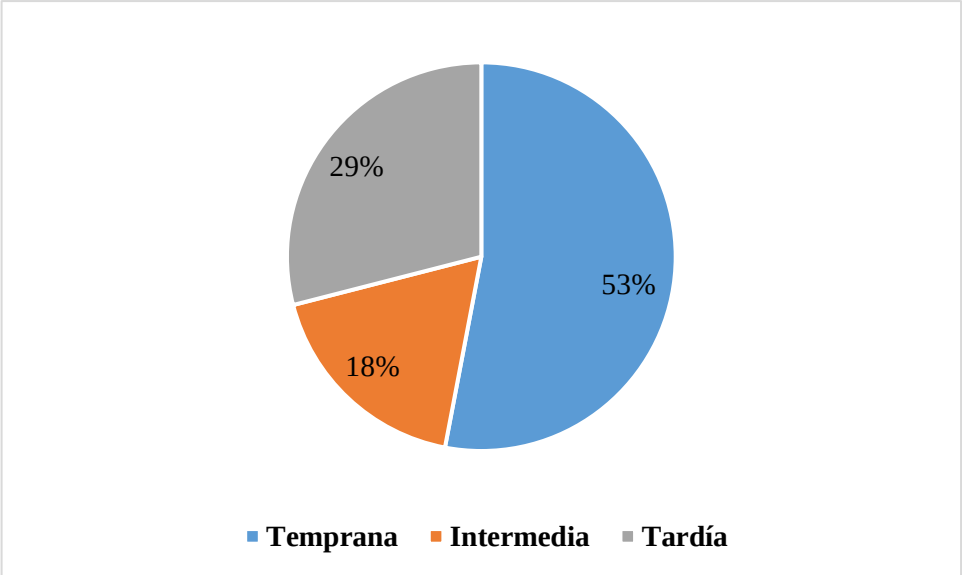
Se obtuvo una muestra representativa equivalente a 47 productores de melón.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados, en cuanto a la escolaridad, indican que los productores de melón que fueron encuestados en su mayoría cuentan con estudios solo de secundaria y son pocos los que terminaron una carrera universitaria.

En lo que respecta a la experiencia que los productores tienen en el cultivo del melón la mayoría de ellos tienen entre 11 y 20 años sembrando este cultivo.

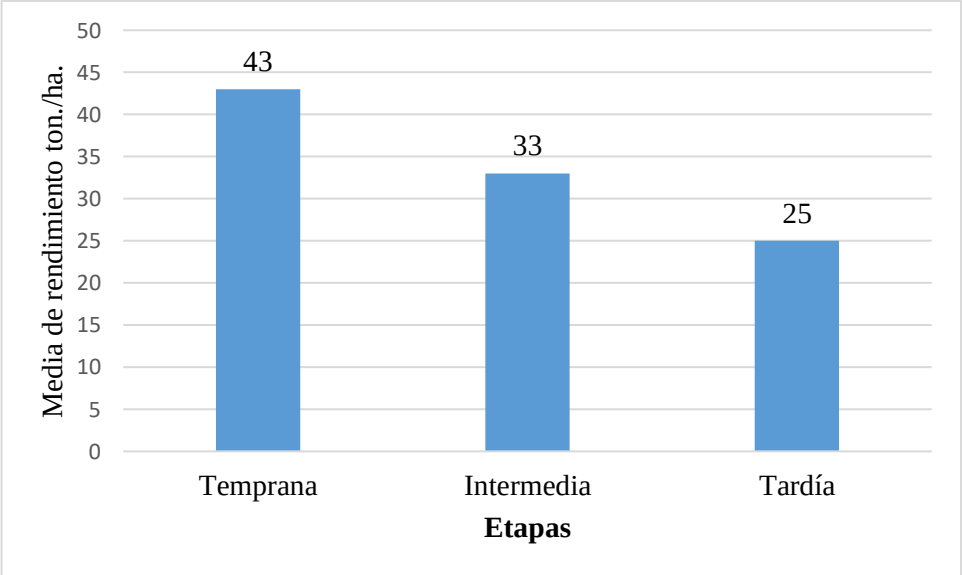
En la Comarca Lagunera el melón se siembra en diferentes etapas las cuales son denominadas etapa temprana, etapa intermedia y etapa tardía (Espinoza *et al*., 2019). De acuerdo con los resultados obtenidos, el 53 por ciento (de las hectáreas sembradas durante todo el año) se realiza durante la etapa temprana, el 18 por ciento durante la etapa intermedia y el 29 por ciento durante la etapa tardía (Figura 1). Esto se explica de acuerdo con la disponibilidad del agua durante las diferentes etapas que en este caso fue con agua de bombeo o del subsuelo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Hectáreas de melón sembradas por etapa

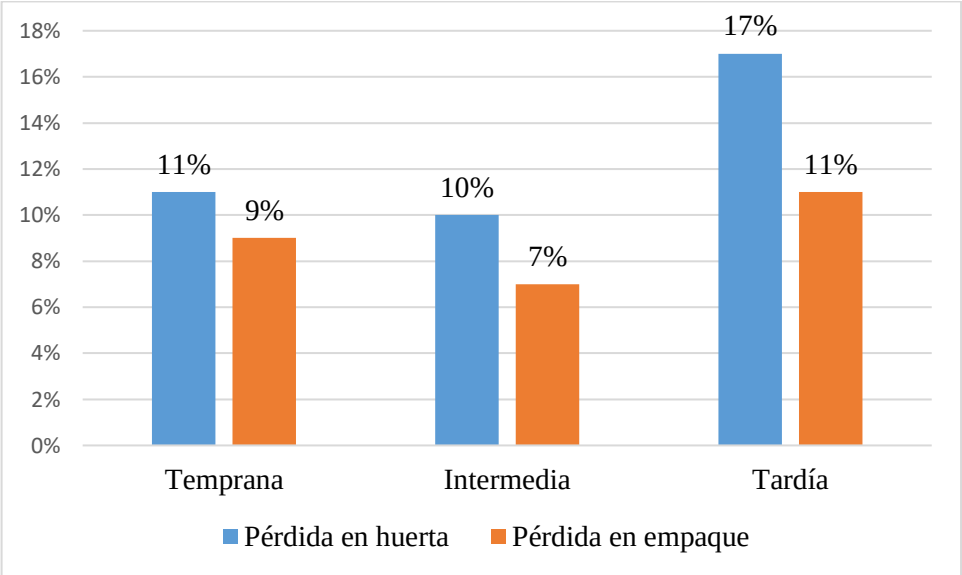
Durante la etapa de siembra temprana se obtuvo un rendimiento promedio de 43 toneladas por hectárea, mientras que en la etapa intermedia fue de 33 toneladas por hectáreas y en la tardía descendió hasta 25 toneladas por hectárea (Figura 2).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Medias de rendimiento de melón por hectárea

En promedio las pérdidas en huerta en la etapa temprana fueron del 11 por ciento, en la etapa intermedia del 10 por ciento y en la tardía 17 por ciento (Figura 3).



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Medias de pérdidas de melón por hectárea en huerta y empaque

En lo que respecta a pérdidas en el empaque estas fueron del 9 por ciento en la etapa temprana, 7 por ciento en la intermedia y 11 por ciento en la etapa tardía.

En otro contexto, las principales características por las cuales el fruto fue desechado fueron el tamaño inadecuado del fruto, el fruto presentó rajaduras y frutos manchados por contacto con humedad.

Las principales razones por las cuales los frutos presentan defectos son: falta de fertilizante, condiciones climáticas, falta o exceso de agua, entre otros. Cuando los frutos presentan defectos son desechados a nivel de huerta o empaque dando lugar a las pérdidas de alimentos.

CONCLUSIONES

La mayor parte de las siembras de melón en la Comarca Lagunera de Coahuila (53%) se realiza en la etapa temprana (siembras en Enero-Febrero).

Los mayores rendimientos medidos en toneladas por hectáreas se dan en las siembras tempranas mientras que los rendimientos mas bajos se dan en las siembras tardías.

Las pérdidas más altas de melón, tanto en huertas como en empaque se dan en las siembras tardías. Se calculó que cerca de 33,000 toneladas de melón se perdieron durante el ciclo agrícola 2019 en la Comarca lagunera de Coahuila.

Las principales características por las cuales el fruto fue desechado fueron el tamaño inadecuado del fruto, fruto con rajaduras y frutos manchados por contacto con la humedad. En tanto que, las principales causas de los desechos fueron la falta de fertilizante, condiciones climáticas y falta o exceso de agua, entre otros.

REFERENCIAS

Espinoza, A. J.J., I. Orona I, V. Molina y L. Guerrero. 2019. Análisis del financiamiento, comercialización y rentabilidad del cultivo del melón con enfoque de “siembras por etapas” en la Comarca Lagunera de Coahuila, México. *Ciencia UAT*, 13(2):71–82.

Espinoza, A. J.J., A. Ramírez y L. Guerrero. 2017. Estrategias, alianzas y portafolio de negocios para desarrollar la competitividad del cultivo del melón en la Comarca Lagunera, México. *Nova Scientia*, 9(2):441–4632.

Food Agriculture Organization of the United Nations. 2016. *Pérdidas y desperdicios de alimentos. En América Latina y el Caribe*. Obtenido de http://www.fao.org/3/a-i5504s.pdf.

Food Agriculture Organization of the United Nations. 2018. ¿Qué sabemos hasta ahora sobre las pérdidas y desperdicios de alimentos (PDA) en América Latina y el Caribe? Obtenido de http://www.fao.org/3/i7868es/I7868ES.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United States. 2015. *Pérdidas y desperdicios de alimentos. En América Latina y el Caribe*. Obtenido de http://www.fao.org/3/a-i4655s.pdfhttp://www.fao.org/3/a-i4655s.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United States. 2017. *Pérdidas y desperdicios de alimentos. En América Latina y el Caribe*. Obtenido de http://www.fao.org/3/a-i7248s.pdf

FENOTIPADO DE PLANTAS MEDIANTE ESTRATEGIAS ACCESIBLES DE VISION COMPUTARIZADA

PLANT PHENOTYPING USING COMPUTER VISION-BASED ACCESIBLE STRATEGIES

Luis Díaz-García[1,*], Dolores Briones Reyes[1], Sergio Arellano Arciniega[1], Ernesto Martínez Reyes[1]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. C.P. 20676.
[*]diaz.antonio@inifap.gob.mx

RESUMEN

Numerosos estudios han mostrado que los métodos de fenotipado de plantas mediante visión computarizada son altamente precisos, tienen la capacidad de automatizarse, son fácilmente escalables, y generan gran cantidad de información fenotípica, tanto descriptores tradicionales, como variación críptica. Sin embargo, se mostrado también que la implementación de estos métodos de fenotipado conlleva una gran inversión en infraestructura que los hace poco accesibles para la mayoría de la comunidad científica. Por eso, en este estudio se muestra método de fenotipado de plantas basado en visión computarizada simple, fácil de implementar, y accesible. Este método es semiautomatizado, y puede procesar más de 100 plantas por hora, por lo que puede aplicarse en experimentos de fenotipado a través del periodo de crecimiento de plantas. Para evaluar este método de fenotipado, se caracterizó la dinámica de crecimiento de seis materiales de maíz durante 11 días, periodo en el cual se realizaron mediciones de altura de planta, expansión horizontal, y área proyectada. Este método fue capaz de identificar patrones de crecimiento diferenciales para cada uno de los materiales evaluados, particularmente en etapas tempranas de crecimiento.

ABSTRACT

Several studies have showed that the phenotyping methods based on computer vision are precise, scalable, automatable, and that can produce large amount of traditional and cryptic phenotypic data. However, it has been showed also that the implementation of computer vision-based phenotyping methods requires complex infrastructure which make them inaccessible for most of the scientific community. Therefore, in this study we show a semiautomated, computer-based phenotyping method that can process up to 100 plants per hour, and that requires little investment. We show how this method can be easily implemented during the growing period. To test this method, we carried out an experiment with six maize materials during a period of 11 days, in which we computed plant height, horizontal expansion, and projected area. Out method was able to identify differential growth patterns among the maize materials included in this study, particularly, at early growth stages.

INTRODUCCIÓN

La caracterización fenotípica de plantas es una actividad primordial tanto para la investigación básica como la aplicada. En los estudios de investigación básica de plantas, comúnmente se busca entender como los factores genéticos y ambientales modifican la respuesta fenotípica de una planta, esto desde diferentes enfoques (metabólicos, fisiológicos,

de arquitectura de planta, entre otros) (Sun et al. 2016; Zhang et al. 2017; Bahaji et al. 2019). Por otro lado, en investigación aplicada, se busca explotar el entendimiento de los mecanismos regulatorios de las plantas para un fin práctico, como el mejoramiento genético de cultivos (Shikha et al. 2017; Cerrudo et al. 2018). En ambos casos, la precisión del fenotipado es clave para elucidar si la variación fenotípica observada es producto de variación genética (o derivada de la interacción genotipo-ambiente), o ruido o error experimental (Diaz-Garcia et al. 2016; Zhang et al. 2019).

Recientemente se ha profundizado en el uso de estrategias de fenotipado basadas en métodos automatizados, altamente escalables, y precisos (Houle et al. 2010). La mayoría de estos métodos utilizan visión computarizada para extraer información de alta dimensionalidad que difícilmente es capturada mediante estrategias de fenotipado tradicionales. Por ejemplo, existen métodos de fenotipado de plantas basadas en imágenes aéreas de experimentos en campo, que permiten estimar con precisión caracteres como rendimiento de grano y/o fruto, altura de planta, estado fisiológico (estrés nutrimental, déficit de agua, ataque de plagas, entre otros), madurez, etc. (Spindel et al. 2018; Li et al. 2020). Por otro lado, existen métodos de visión computarizada enfocados en cuantificar variación fenotípica a nivel de planta individual, o de órgano, como hojas, frutos, o raíces (Lobet et al. 2017; Li et al. 2018; Diaz-Garcia et al. 2018;). En todos estos casos, los métodos de fenotipado empleados son altamente precisos, tienen la capacidad de procesar y generar gran cantidad de información, y son objetivos.

Cuando se acoplan métodos de fenotipado basados en visión computarizada con información de genética (por ejemplo, marcadores moleculares), es posible llevar acabo estudios de mapeo genético que permiten la identificación precisa de los loci que gobiernan la variación fenotípica observada en plantas (o QTL – *quantitative trait loci*) (Campbell et al. 2015). Puesto que estos métodos de fenotipado pueden implementarse de manera automatizada o consistentemente a través del periodo de crecimiento de las plantas, es posible identificar QTL que se expresan durante periodos de crecimiento determinados o en respuesta a factores ambientales particulares. Aunque se ha demostrado la utilidad de los métodos de fenotipado de plantas basados en visión computarizada, la mayoría de estos utilizaron equipo o instalaciones sofisticadas, que requieren de gran inversión, y que son poco accesibles para la comunidad científica en general. Por ello, el presente estudio muestra la utilidad de estrategias de fenotipado accesibles, de bajo costo y que generan gran cantidad de información fenotípica.

MATERIALES Y METODOS

Material vegetal

Este experimento se llevó acabo bajo condiciones de invernadero, en el INIFAP Campo Experimental Pabellón, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. Las plantas de maíz analizadas corresponden seis materiales experimentales desarrollados en el programa de mejoramiento genético de maíz del INIFAP Campo Experimental Pabellón. En total, se sembraron 72 semillas en vasos de unicel de 1 L (como macetas), utilizando Peat Moss como sustrato. Posterior a la siembra, se regó el suelo a capacidad de campo; después, el riego se llevó acabo cada tercer día. No se aplicó fertilización.

Estación de fenotipado

El objetivo de este experimento fue implementar una estrategia de fenotipado de plantas basado en visión computarizada, accesible, y que genere datos precisos. Para esto, se montó una base de madera sencilla frente a un fondo uniforme de color blanco (Figura 1A). En la base de madera, se pintaron referencias para la colocación de las plantas a fenotipar.

Para la toma de imágenes, se utilizó una cámara DSRL de gama baja, montada en un tripié a una distancia de 2.1 m de la base de madera. En la pared que se utilizó como fondo se colocó papel blanco de manera uniforme, así como dos cuadros de color azul de medidas conocidas para normalización de unidades (de pixeles a centímetros). Posterior a la emergencia de la primera planta, se comenzó con el proceso de fenotipado, que consistió en la captura de imágenes de plantas, en grupos de tres. Para cada imagen, se incluyó un código QR para identificación de imágenes y renombrado automático de archivos. En el borde inferior de las macetas de las plantas, se pintaron dos líneas a 90º. Cada grupo de tres plantas fue fotografiado dos veces, la primera orientando al frente una de las líneas en el borde de la maceta, y la segunda girando 90º la maceta (usando como referencia la segunda línea). Con esto se logró tener imágenes frontales y laterales de cada una de las plantas. El proceso de fenotipado se llevó acabo durante 11 días consecutivos.

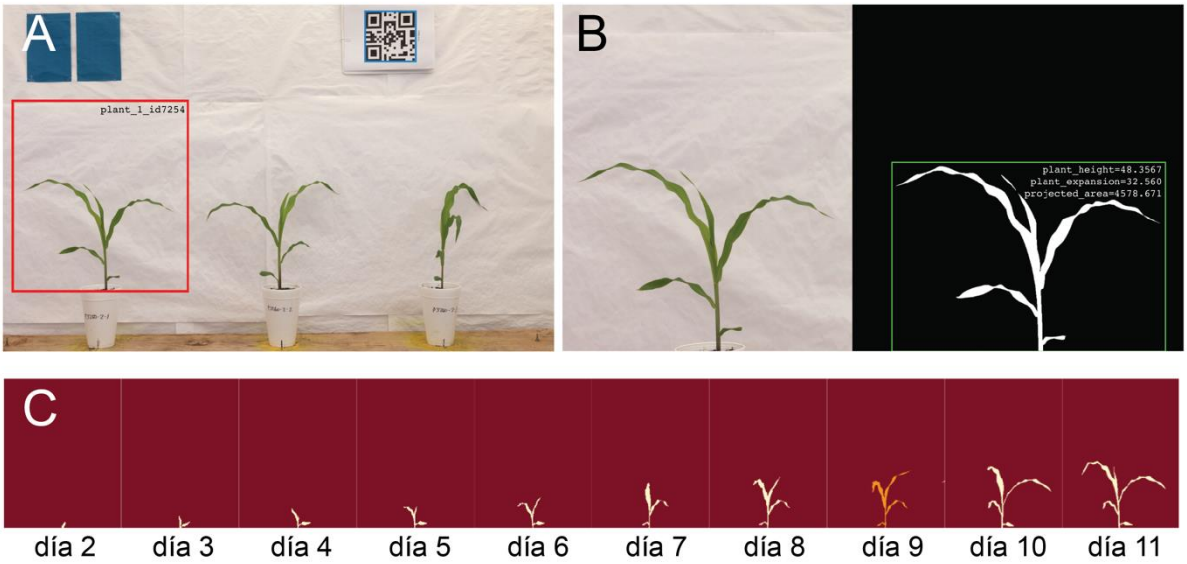


Figura 1. Fenotipado de plantas de maíz utilizando visión computarizada. A. Configuración del sistema de fenotipado y ejemplo de imágenes capturadas. En cada imagen, se incluyen tres plantas (repeticiones), un código QR para renombrado automático de archivos, y dos rectángulos en azul para normalizar dimensiones (de pixeles a centímetros). **B.** Identificación de planta y remoción de fondo usando análisis de imágenes en R. **C.** Crecimiento de una planta del día 2 al 11.

Análisis de imágenes

Una vez obtenidas todas las imágenes (una imagen por cada tres plantas, a dos ángulos distintos, para un total de 48 por día). Utilizando bash y la librería zbarimg, se identificó el código QR en cada imagen, y se renombraron todas las imágenes de manera automática con el identificador de cada material. Después, las imágenes se importaron en R utilizando la librería EBImage (Pau et al. 2010), para su posterior procesado. El procesamiento de imágenes consistió en la identificación de cada una de las tres plantas, remoción de fondo, generación de imágenes binarias para cada planta, y computo de mediciones (Figura 1B). Las mediciones que se registraron fueron altura de planta, expansión (horizontal), y área proyectada (cuantificación total de pixeles correspondientes a la planta).

RESULTADOS Y DISCUSION

En este estudio, se fenotiparon 72 plantas durante un periodo de 11 días. Para esto, se capturaron 528 imágenes digitales durante el periodo de análisis (Figura 1C) y se registraron más de 4700 datos referentes a la arquitectura de planta. El tiempo requerido por día para la captura de imágenes (72 plantas, en grupos de 3) fue menor a 30 minutos. Para cada planta, se obtuvieron mediciones de altura de planta, expansión (extensión horizontal) y área proyectada.

Se observaron diferentes dinámicas de crecimiento (medidas a través de los tres fenotipos: altura de planta, expansión y área proyectada) para cada uno de los materiales evaluados (Figura 2A). Así mismo, se observaron mayores diferencias entre materiales a etapas tempranas (de acuerdo a análisis de varianza, P=0.05). Por ejemplo, para altura de planta, se observaron diferencias los 10 primeros días. Para expansión, se observaron diferencias significativas del día 1 al 4. Por otro lado, para área proyectada, se observaron diferencias entre materiales durante todo el periodo de crecimiento. De manera general, para altura, expansión, y área proyectada en el día 11, se obtuvieron valores de hasta 45.39 cm, 57.57 cm y 147.48 cm^2, respectivamente (Figura 2A).

Para cada una de los tres fenotipos medidos, se observó un incremento notable en la variabilidad de las mediciones a través del tiempo (Figura 2A), lo cual corresponde con la desaparición de diferencias significativas hacia los días finales de evaluación. Este incremento en la variabilidad fue particularmente notable para expansión de planta (panel derecho, Figura 2A), lo cual era esperado puesto que la medición de este carácter depende de la orientación de la maceta con respecto a la cámara. Para disminuir la variabilidad en expansión, sería recomendable tomar imágenes desde más ángulos.

Utilizando los datos de todos los días de evaluación, la correlación entre variables fue 0.83 para expansión y altura, 0.85 para expansión y área, y 0.94 para área y altura. Sin embargo, como se observa en la Figura 2B, la relación entre cada par de variables fue cambiando durante el periodo de crecimiento de las plantas.

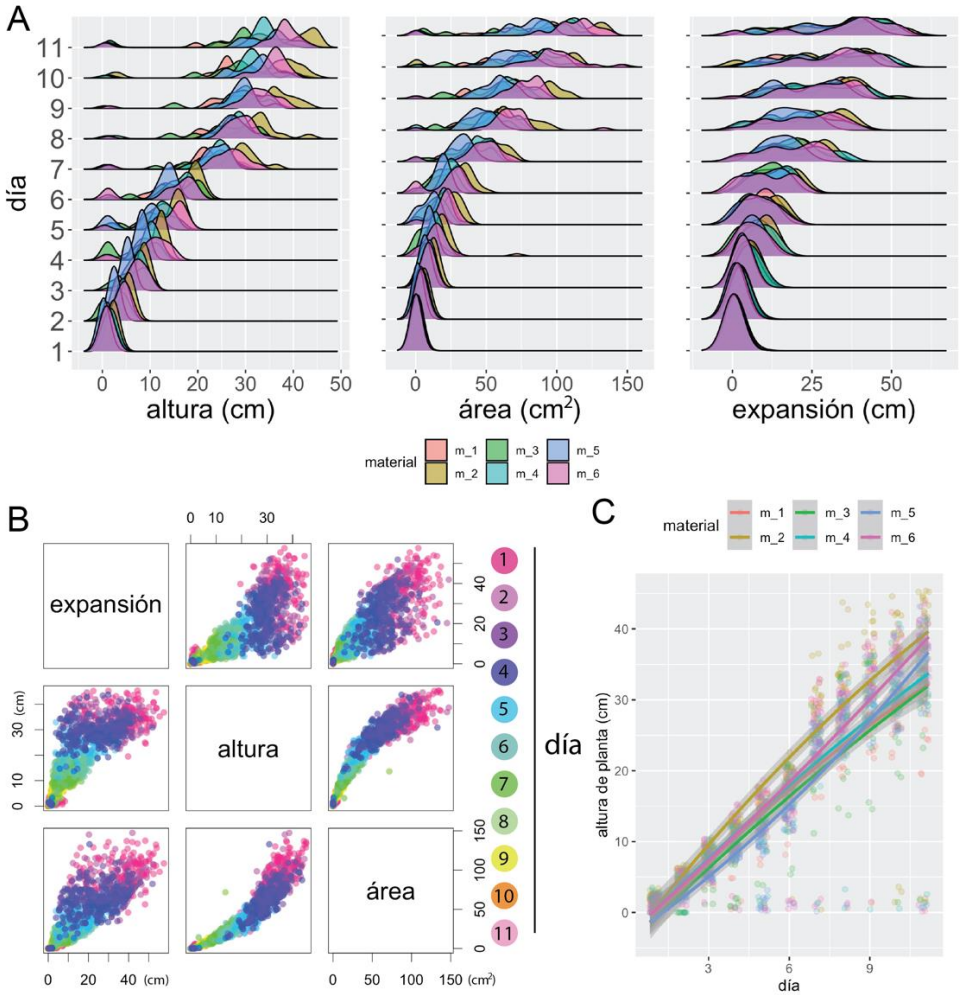


Figura 2. Dinámica de crecimiento de maíz registrada mediante visión computarizada. A. Gráficas de densidad para altura, área y expansión de planta a través del tiempo. **B.** Relación entre variables a través del tiempo. **C.** Patrones de crecimiento (altura de planta) para uno de los materiales evaluados. Las líneas corresponden a un ajuste cuadrático.

CONCLUSIONES

El fenotipado de plantas mediante estrategias de visión computarizada ofrece múltiples beneficios relacionados con la cantidad y multidimensionalidad de datos que pueden generarse, la precisión de los sistemas de captura de datos, y su escalabilidad. Sin embargo, la mayoría de los métodos reportados utilizan equipo sofisticado, requieren gran inversión, y son poco accesibles para la comunidad científica. En este estudio se evaluó un sistema sencillo y accesible para el fenotipado de plantas utilizando visión computarizada. Este sistema requiere poca inversión (el componente de mayor costo es una cámara, preferentemente DSLR) y permite generar gran cantidad de datos. Con este sistema, se cuantificó el crecimiento de seis materiales experimentales de maíz (r=12, 72 plantas en total) durante 11 días consecutivos, esto a través de altura de planta, expansión horizontal, y área proyectada. Durante todo el periodo de fenotipado (30 minutos por día, 6:30 horas totales) se generaron más de 4700 mediciones precisas referentes a la dinámica de crecimiento de los materiales evaluados. Estas mediciones permitieron estimar una correlación cambiante entre variables a través del tiempo. La accesibilidad y fácil escalabilidad de este método permitirá su implementación en estudios de mapeo genético, particularmente aquellos donde se busque identificar la especificidad temporal de QTLs.

REFERENCIAS

Bahaji, A., Muñoz, F.J., Seguí-Simarro, J.M., Camacho-Fernández, C., Rivas-Sendra, A., Parra-Vega, V., Ovecka, M., Li, J., Sánchez-López, Á.M., Almagro, G. and Baroja-Fernández, E., 2019. Mitochondrial Zea mays Brittle1-1 is a major determinant of the metabolic fate of incoming sucrose and mitochondrial function in developing maize endosperms. *Frontiers in Plant Science*, *10*, p.242.

Campbell, M.T., Knecht, A.C., Berger, B., Brien, C.J., Wang, D. and Walia, H., 2015. Integrating image-based phenomics and association analysis to dissect the genetic architecture of temporal salinity responses in rice. *Plant physiology*, *168*(4), pp.1476-1489.

Cerrudo, D., Cao, S., Yuan, Y., Martinez, C., Suarez, E.A., Babu, R., Zhang, X. and Trachsel, S., 2018. Genomic selection outperforms marker assisted selection for grain yield and physiological traits in a maize doubled haploid population across water treatments. *Frontiers in plant science*, *9*, p.366.

Diaz-Garcia, L., Covarrubias-Pazaran, G., Schlautman, B. and Zalapa, J., 2016. GiNA, an efficient and high-throughput software for horticultural phenotyping. *PloS one*, *11*(8), p.e0160439.

Diaz-Garcia, L., Covarrubias-Pazaran, G., Schlautman, B., Grygleski, E. and Zalapa, J., 2018. Image-based phenotyping for identification of QTL determining fruit shape and size in American cranberry (Vaccinium macrocarpon L.). *PeerJ*, *6*, p.e5461.

Houle, D., Govindaraju, D.R. and Omholt, S., 2010. Phenomics: the next challenge. *Nature reviews genetics*, *11*(12), pp.855-866.

Li, B., Chen, L., Sun, W., Wu, D., Wang, M., Yu, Y., Chen, G., Yang, W., Lin, Z., Zhang, X. and Duan, L., 2020. Phenomics-based GWAS analysis reveals the genetic architecture for drought resistance in cotton. *Plant Biotechnology Journal*.

Li, M., An, H., Angelovici, R., Bagaza, C., Batushansky, A., Clark, L., Coneva, V., Donoghue, M.J., Edwards, E., Fajardo, D. and Fang, H., 2018. Topological data analysis as a morphometric method: using persistent homology to demarcate a leaf morphospace. *Frontiers in plant science*, *9*, p.553.

Lobet, G., Koevoets, I.T., Noll, M., Meyer, P.E., Tocquin, P. and Périlleux, C., 2017. Using a structural root system model to evaluate and improve the accuracy of root image analysis pipelines. *Frontiers in plant science*, *8*, p.447.

Pau, G., Fuchs, F., Sklyar, O., Boutros, M. and Huber, W., 2010. EBImage—an R package for image processing with applications to cellular phenotypes. *Bioinformatics*, *26*(7), pp.979-981.

Shikha, M., Kanika, A., Rao, A.R., Mallikarjuna, M.G., Gupta, H.S. and Nepolean, T., 2017. Genomic selection for drought tolerance using genome-wide SNPs in maize. *Frontiers in plant science*, *8*, p.550

Spindel, J.E., Dahlberg, J., Colgan, M., Hollingsworth, J., Sievert, J., Staggenborg, S.H., Hutmacher, R., Jansson, C. and Vogel, J.P., 2018. Association mapping by aerial drone reveals 213 genetic associations for Sorghum bicolor biomass traits under drought. *BMC genomics*, *19*(1), p.679.

Sun, C.X., Li, M.Q., Gao, X.X., Liu, L.N., Wu, X.F. and Zhou, J.H., 2016. Metabolic response of maize plants to multi-factorial abiotic stresses. *Plant Biology*, *18*, pp.120-129.

Zhang, X., Huang, C., Wu, D., Qiao, F., Li, W., Duan, L., Wang, K., Xiao, Y., Chen, G., Liu, Q. and Xiong, L., 2017. High-throughput phenotyping and QTL mapping reveals the genetic architecture of maize plant growth. *Plant physiology*, *173*(3), pp.1554-1564.

Zhang, Y., Zhao, C., Du, J., Guo, X., Wen, W., Gu, S., Wang, J. and Fan, J., 2019. Crop phenomics: current status and perspectives. *Frontiers in Plant Science*, *10*, p.714.

MAIZ FORRAJERO: INSERCIÓN DE MICORRIZAS EN LAS DIFERENTES VARIEDADES DE HÍBRIDOS COMO *ARMADILLO, BERRENDO, 3201, DAS2386 Y 3258*

FORAGE CORN: INSERTION OF MYORRHIZES IN THE DIFFERENT VARIETIES OF HYBRIDS SUCH AS ARMADILLO, BERRENDO, 3201, DAS2386 AND 3258

[1]Nathanael Flores González, [1]Leticia Alfaro Hernandez,[1]Damián Aguilera Tapia, [2]Ana María Estrada Salsido.

[1]Instituto Tecnológico de Torreón. &Autor responsable: floresgn@hotmail.com. [2]Tesista

RESUMEN

El estudio de bacterias asociadas a las plantas es una línea que avanza muy lentamente en México (Okon y Labandera, 1994) no obstante, se han obtenido resultados satisfactorios al inocular diversos cultivos con Azospirillum, Pseudomonas y otros microorganismos, los cuales pueden alterar la velocidad de toma de nutrientes de las plantas por un efecto directo en las raíces, así como hacer más eficiente la absorción de los mismos (Smith et al 2008 y Ferrera–Cerrato, 2000). Las bacterias y los hongos son capaces de proveer a la planta diferentes nutrientes en forma asimilable. Esto puede ocurrir mediante diferentes procesos, por ejemplo, la inoculación de plantas con micorrizas contribuye a incrementar la absorción de agua y a solubilizar los minerales mediante la fosfatasa acida, y a transformar el fósforo que se encuentra en el suelo, formando compuestos estables, en formas disponibles para la planta (Dibut, B., y R. Martínez. 2006). Los microorganismos se aplican al suelo para desempeñar funciones específicas que benefician a la productividad de las plantas como: fijación de nitrógeno, solubilización de minerales, producción de estimuladores del crecimiento vegetal y biocontrol de patógenos (Shafir et al, 1972). Las opciones técnicas para incrementar el desarrollo de los cultivos son diversas y algunas de ellas, como las hormonas, han tenido relevancia en la producción agropecuaria durante las últimas décadas. Existe una gran diversidad de especies de hongos HMA en el suelo y su comportamiento estará condicionado a las características del suelo o sustratos en que se encuentre y al cultivo que se emplee (Herrera-Pereza, 2011). Numerosos estudios de campo han demostrado los beneficios de la asociación micorrizíca en los cultivos. El aumento de los niveles de colonización de las raíces y la densidad de hifas en el suelo en etapas tempranas del crecimiento puede aumentar la absorción de P y el rendimiento en el maíz (Zea mays L.), cuando el suelo es deficiente en P (Deguchi, S.2007). El objetivo fue evaluar el cultivo de maíz mediante el proceso de inoculación con la inserción de micorrizas en los diferentes variedades de híbridos así tales como Armadillo, Berrendo, 3201, DAS2386 y 3258. En la Granja yerbabuena, que está ubicado en la carretera Coyote-La Luz, km 4. Matamoros Coahuila. Análisis estadístico de rendimiento de híbridos de maíz evaluados y con aplicación de micorrizas donde hubo

una respuesta altamente significativa a tratamientos. El mejor tratamiento resulto ser el numero 3 (Hibrido 3201) con un rendimiento medio de 45.716 ton-ha^{-1}. El utilizar la inoculación de micorrizas en el cultivo de maíz forrajero, en cinco híbridos, como el Armadillo, Berrendo, 3201, DAS2386 y 3258 fue una excelente manera de poder trabajar al 100 % con este nuevo producto aplicado en 49 hectáreas, aumento la producción en toneladas por hectárea, Materia Seca y sobre todo que el poder innovar en este predio ayudo mucho en el ganado para poder producir una cuenca lechera de excelente calidad en el mercado.

ABSTRACT

The study of bacteria associated with plants is a line that advances very slowly in Mexico (Okon and Labandera, 1994), however, satisfactory results have been obtained when inoculating various cultures with Azospirillum, Pseudomonas and other microorganisms, which can alter the speed of taking nutrients from plants by a direct effect on the roots, as well as making their absorption more efficient (Smith et al 2008 and Ferrera-Cerrato, 2000). Bacteria and fungi are capable of providing the plant with different nutrients in an assimilable form. This can occur through different processes, for example, the inoculation of plants with mycorrhiza helps to increase the absorption of water and to solubilize the minerals through acid phosphatase, and to transform the phosphorus found in the soil, forming stable compounds, into available forms. for the plant (Dibut, B., and R. Martínez. 2006). Microorganisms are applied to the soil to perform specific functions that benefit plant productivity such as: nitrogen fixation, mineral solubilization, production of plant growth stimulators, and biocontrol of pathogens (Shafir et al, 1972). The technical options to increase crop development are diverse and some of them, such as hormones, have had relevance in agricultural production during the last decades. There is a great diversity of AMF fungi species in the soil and its behavior will be conditioned to the characteristics of the soil or substrates in which it is found and the crop that is used (Herrera-Pereza, 2011). Numerous field studies have demonstrated the benefits of the mycorrhizal association in crops. Increased levels of root colonization and the density of hyphae in the soil in the early stages of growth can increase the absorption of P and the yield in corn (Zea mays L.), when the soil is deficient in P (Deguchi, S.2007). The objective was to evaluate the corn crop through the inoculation process with the insertion of mycorrhizae in the different varieties of hybrids such as Armadillo, Pronghorn, 3201, DAS2386 and 3258. In the Yerbabuena Farm, which is located on the Coyote- La Luz, km 4. Matamoros Coahuila. Statistical analysis of the performance of evaluated maize hybrids and with application of mycorrhizae where there was a highly significant response to treatments. The best treatment turned out to be number 3 (Hybrid 3201) with an average yield of 45,716 ton/ha^{-1}. Using the inoculation of mycorrhizae in the crop of forage corn, in five hybrids, such as Armadillo,

Pronghorn, 3201, DAS2386 and 3258 was an excellent way to work 100% with this new product applied on 49 hectares, increased production In tons per hectare, Dry Matter and above all that being able to innovate in this farm helped a lot in the cattle to be able to produce a milk basin of excellent quality in the market.

INTRODUCCION

El empleo de biofertilizantes elaborados con hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en este cultivo es de gran importancia para su nutrición y desarrollo. Los hongos micorrizícos arbusculares (HMA) son simbiontes obligados que se asocian con alrededor del 90 % de las familias de plantas, las mismas dependen de esta simbiosis para su crecimiento y desarrollo normal, ya que estos hongos le proporcionan nutrientes, agua y una resistencia contra patógenos a cambio de fotosintatos (*Smith, S. y Read, D.* 2008). Es reconocido que la gran mayoría de las plantas capta los nutrientes por medio de interacciones que establecen con los microorganismos que viven en la rizosfera, especialmente con aquellos que se han denominado simbiontes, tales como los HMA (*Guerra-Sierra, 2008*). Se ha demostrado que el uso de productos a base de HMA desempeña un papel muy importante en la agricultura por su efecto sobre las plantas y los ecosistemas.

MATERIALES Y METODOS

En la búsqueda de alternativas para mejorar el manejo de nutrientes y reducir el uso de fertilizantes químicos, así como reducir los costos de producción debido a la compra de estos fertilizantes, surge la oportunidad del uso alternativo de micorrizas arbusculares para disminuir la cantidad de fertilizantes químicos aplicados. Las micorrizas mantienen una relación mutualista (simbiótica) con las plantas, debido a esto pueden influir en los procesos estructurales del suelo y nutrición de las plantas. *E*valuar el cultivo de maíz mediante el proceso de inoculación con la inserción de micorrizas en los diferentes variedades de híbridos así tales como *Armadillo, Berrendo, 3201, DAS2386 y 3258. En Granja yerbabuena, que está ubicado en la carretera Coyote-La Luz, km 4. Matamoros Coahuila. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones y se aplicó una Prueba de Tukey para obtener el mejor tratamiento.* Anteriormente uno de los problemas en dicho lugar es que no se contaba con el equipo de seguridad para fumigar así que el trabajador corría el riesgo de intoxicarse mediante el descuido o el no poder contar con el equipo adecuado para trabajar. Actualmente se compró equipo necesario para realizar el trabajo como tal y sin ningún riesgo para el personal de la empresa. En relación el riego hubo problemática con los regadores que no avanzaban por que el trabajador hacia muy tardado el riego entonces así se demoraba y no se podían lograr mejores resultados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los hongos micorrízicos arbusculares constituyen un insumo microbiológico promisorio para el desarrollo de una agricultura sostenible; su papel en el funcionamiento de los ecosistemas y su potencial como fertilizantes biológicos, son quizás motivos suficientes para considerarlos como uno de los componentes importantes en la agroecología moderna. El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar las potencialidades de dos inoculantes micorrízicos en el crecimiento de plantas de maíz. Los hongos micorrisicos arbusculares (MA) interactúan simbióticamente con cerca del 90% de las plantas terrestres formando diferentes tipos de asociaciones micorrícicas y, aunque el número total de hongos del suelo involucrados en esta simbiosis es desconocido, han beneficiado muchas especies importantes en agricultura, como el maíz, al incrementar su adaptación a diferentes ambientes y con efectos positivos sobre la productividad del sistema (Lanfranco et al., 1995). La relación simbiótica entre hongos MA y raíces de la mayoría de las plantas es benéfica ya que el hongo coloniza la corteza de la raíz para obtener carbono a partir de la planta hospedera, mientras le ayuda a la planta a tomar fósforo y otros nutrientes minerales del suelo (Boon et al, 2012). Por los beneficios propios de esta asociación simbiótica mutualista (hongoplanta) en los últimos años se han realizado investigaciones para determinar el efecto de aislamientos de hongos MA sobre sistemas de producción agrícola, con el fin de lograr sistemas de producción sostenibles y competitivos. La información obtenida de este tipo de evaluaciones puede conducir a un uso adecuado de estos microorganismos como biofertilizantes, optimizando los resultados en cuanto a producción en sistemas agrícolas y recuperación de ambientes degradados. El conocimiento de las interacciones de hongos MA y las condiciones edáficas puede llevar al establecimiento de población. Las micorrizas arbusculares (MA, Phylum Glomeromycota) son simbiontes obligados que habitan una amplia gama de suelos. Se forman en las raíces de, aproximadamente, el 80% de las especies vegetales (Peterson et al. 2004). Las MA pueden (Sieverding 1991). Este efecto es atribuido a mejoras en la captación de nutrientes por las raíces micorrizadas y a la ampliación del volumen de suelo explorado por al avance de las hifas más allá de los límites de la rizósfera. Los nutrientes que mayormente limitan la productividad del cultivo de maíz son el N y el P, es por este motivo que uno de los pilares fundamentales para optimizar la producción es el manejo de esos nutrientes. Para suplir estos nutrientes se aplican fertilizantes químicos que generan altos costos en la producción (Melgar et al., 2006).

Análisis estadístico de rendimiento de híbridos de maíz evaluados y con aplicación de micorrizas donde hubo una respuesta altamente significativa a tratamientos.

Análisis de varianza

FV	*GL*	*SC*	*CM*	*F*	*P>F*
TRATAMIENTOS	*4*	*450.349*	*112.587*	*45.551**	*0.000*
BLOQUES	*3*	*13.048*	*4.349*	*1.759*	*0.208*
ERROR	*12*	*29.660*	*2.471*		
TOTAL	*19*	*493.058*			

CV=4.17 %

Se aplicó la prueba de comparación Múltiple (Prueba de Tukey), donde el mejor tratamiento resulto ser el numero 3 (Hibrido 3201) con un rendimiento medio de 45.716 ton-ha^{-1}

PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTOS		MEDIA	
3	3201	45.716	A
4	DAS 2386	38.440	B
2	BERRENDO	37.870	B
1	ARMADILLO	35.188	B
5	3258	31.262	C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA=0.05. VALORES DE TABLAS 0.05=4.51, 0.01=5.84

TUKEY=3.542

En la comparación del maíz del ciclo de verano pasado sin micorrizas con el ciclo del 2019 es una especie forrajera destacada porque presenta un alto volumen de forraje, un contenido de fibra cruda igual o superior a 18 %, y sobre todo porque presenta un contenido de nutrientes digestibles totales superior a 70 % en base seca. En la evaluación que se obtuvo en la inoculación de micorrizas en el cultivo de maíz forrajero hubo una mejora tanto como económica como mano de obra, ya que así se pudo reducir el uso de fertilizante e insecticida aplicado en el cultivo lo cual mediante a este método se pudo ver claramente que en el ciclo 2018 hubo bajas toneladas en producción así como de materia seca y proteínas y fibra en el maíz a la hora de ser aplicadas en la alimentación del ganado, en cambio sí aplican este nuevo sistema agronómico se podrá obtener un maíz forrajero de mejor calidad en la cuenca

lechera en la Región Lagunera. Si cada año se pudiera aplicar el uso de micorrizas en cultivo el maíz forrajero con seguridad se les recomienda el uso de estos hongos aumentara el rendimiento de producción en toneladas por hectáreas, de esa manera bajaran los gastos a la hora de aplicar en la temporada de primavera-verano es por ello que en la granja Yerbabuena el ciclo pasado no se contaba con la inoculación de semilla de maíz, por consiguiente en la actualidad en el nuevo ciclo de 2019 se puede obtener una siembra de mejor calidad. Una de las limitaciones que contaba el establo es que se encargaba el producto para inocular semilla de maíz y no llegaba a tiempo, entonces se quedaban tablas sin ser inoculadas y así limitaba la producción de maíz forrajero, pero a pesar de eso se obtuvieron muy buenas toneladas de este y se pudo satisfacer lo que se esperaba la cosecha de este ciclo de verano.

CONCLUSIONES

La inoculación de la semilla de maíz obtuvo muy buenos resultados ya que incrementó la altura de las plantas 2.80 m, el diámetro de los tallos 4 cm y la acumulación de materia seca 35%. El rendimiento se incrementó significativamente en los tratamientos con un promedio de 36.138 toneladas por hectárea en comparación con el ciclo 2018 y un promedio de un 35 % de materia seca que será aprovechada en el ganado lechero. Características nutritivas del ensilaje. El ensilaje de maíz de planta entera es de alto contenido energético, debido a que gran porcentaje de su MS se constituye de almidón y azúcares solubles, componentes de la fracción “Extracto no Nitrogenado” (ENN). El mejor tratamiento resulto ser el numero 3 (Hibrido 3201) con un rendimiento medio de 45.716 ton-ha^{-1}.

REFERENCIAS

Boon, E.J.M.C., P.C. Struik, F.M. Engels y J.W. Cone. 2012. Stem characteristics of two forage maize (Zea mays L.) cultivars varying in whole plant digestibility. IV. Changes during the growing season in anatomy and chemical composition in relation to fermentation characteristics of a lower internode. NJAS –Wageningen Journal of Life Sciences 59: 13-23.

Dibut, B. 2005. Biofertilizantes como insumo en agricultura sustentable. HUMIWORM S.P.R. de R.L., La Habana, CUB.

Dibut, B., y R. Martínez. 2006. Obtención y manejo de biofertilizantes como insumos indispensables de la agricultura sostenible. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), MEX.

Guerra, Sierra, B. E. Micorriza arbuscular. Recurso microbiológico en la agricultura sostenible. Tecnología en Marcha, 2008, vol. 21, no. 1, p. 191-201.

Herrera, Pereza, R. A.; Hamel, C.; Fernández, F.; Ferrer, R. L. y Furrazola, E. Soil -Strain compatibility: the key to effective use of arbuscular mycorrhizal inoculants. Mycorrhiza, 2011, vol. 21, no. 3, p. 183-193.

Melgar, R. y Torres, M. 2006. Manejo de la fertilización en maíz [en línea]. Buenos Aires (AR) : INTA [consultado 1 marzo 2011]. 8 p. Disponible en el World Wide Web: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/maiz06.pdf>.

Smith, S. E., and D. J. Read. 2008. Mycorrhizal symbiosis. 3rd ed. Academic Press, CA, USA. 18 Smith, S. y Read, D. Colonization of roots and anatomy of arbuscular mycorrhiza, en Mycorrhizal Symbiosis Academic Press: London, 2008, p. 42-90.

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE SOYA EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

EVALUATION OF SOYBEAN VARIETIES IN NORTH OF TAMAULIPAS

Héctor Manuel Cortinas Escobar[1] y Nicolás Maldonado Moreno[2]

[1]INIFAP-Campo Experimental Río Bravo; [2]INIFAP-Campo Experimental Las Huastecas. Carretera Matamoros-Reynosa km 61, Cd. Río Bravo, Tamaulipas, C.P. 88900. cortinas.hector@inifap.gob.mx

RESUMEN

La soya es un cultivo alternativo que puede contribuir a la diversificación agrícola del norte de Tamaulipas. El paquete tecnológico para la producción de soya debe actualizarse para incluir nuevas variedades que se adapten a las condiciones regionales. El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento agronómico y rendimiento de ocho variedades de soya en condiciones de riego en el ciclo agrícola P-V 2019/2019. En promedio, la variedad Otoño tuvo el mayor rendimiento de grano con 1451 kg ha^{-1}, seguida de Huasteca-400 con 1388 kg ha^{-1}, entre ambas no hubo diferencias estadísticas y superaron al resto. Los días a floración variaron de 47 días en Tamesí, a 57 días en Huasteca-700. Los días a cosecha se presentaron en un rango de 125 días en Otoño, Huasteca-400, Huasteca-100, Huasteca-300 y Tamesí a 130 días en Huasteca-700. La altura de planta se presentó con una variación de 22 cm en Tamesí, a 60 cm en Otoño. El número de vainas por planta estuvo en un rango de 19 en Huasteca-200, a 55 en Tamesí.

ABSTRACT

Soybean is a crop that can contribute to the agriculture diversification of north of Tamaulipas. The technology to produce soybean must be updated to include new varieties adapted to the regional conditions. The goal of the study was to evaluate the yield and agronomic traits of eight varieties of soybean on irrigated land, season Spring-Summer, 2019. The higher yield was registered in cv. Otoño 1451 kg ha^{-1} followed by Huasteca-400, 1388 kg ha^{-1}, which were statistically similar and superior to the rest of varieties. Days to flowering varied from 47 in Tamesí to 57 in Huasteca-700. Days to harvesting were from 125 in Otoño, Huasteca-400, Huasteca-100, Huasteca-300, and Tamesí to 130 in Huasteca-700. Plant height had a variation from 22 cm in Tamesí to 60 cm in Otoño. Number of pods per plant were in a range of 19 in Huasteca-200 to 55 in Tamesí.

INTRODUCCIÓN

La soya [*Glycine max* (L.) Merrill] es un cultivo que puede contribuir a la diversificación agrícola del norte de Tamaulipas (Cortinas, 2006). En esta región se practica el monocultivo de gramíneas de sorgo y maíz en una superficie aproximada de 700 y 80 mil hectáreas, respectivamente (SIAP, 2020). La práctica del monocultivo ocasiona graves problemas fitosanitarios y deterioro de los suelos, y provoca una reducción significativa de la rentabilidad de los cultivos. Para evitar esta situación es conveniente establecer un sistema de rotación con cultivos alternativos como la soya, la cual tiene una alta demanda nacional y buen precio. Actualmente, México importa alrededor del 95 % del grano de soya que demanda la industria del aceite, lo cual equivale a 3.5 millones de toneladas anuales (Magallanes *et al*., 2014). En este contexto, se considera importante actualizar el paquete tecnológico del cultivo de la soya, especialmente con respecto a las variedades que mejor se adapten a las condiciones de suelo y clima del norte de Tamaulipas. El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento agronómico y rendimiento de variedades de soya durante el ciclo agrícola P-V en el norte de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció durante el ciclo agrícola P-V 2019/2019 un lote de agricultor cooperante en Reynosa Díaz, municipio de Reynosa, Tamaulipas (26º13´05" N y 98º26¨44" O; 37 msnm), bajo condiciones de riego, con fecha de siembra el 29 de agosto de 2019.

Las variedades consideradas en el estudio fueron: Huasteca-100, Huasteca-300, Huasteca-700, Tamesí, y como testigos las variedades Huasteca-200, Huasteca-400, Otoño y Vernal. El diseño estadístico fue bloques completos al azar con 4 repeticiones. La parcela experimental constó de tres surcos de 4 m de largo y 0.80 m de separación. La densidad de población fue de 250 mil plantas ha^{-1}. La fertilización se realizó en presiembra con 100 kg ha^{-1} de la fórmula 18-46-00 y se aplicó el inoculante *Bradyrhizobium japonicum* en dosis de 225 mL/50 kg de semilla. Se aplicó un riego de pre-siembra y un riego de auxilio a los 40 días después de la siembra. El manejo agronómico se realizó según el paquete tecnológico propuesto por el INIFAP-CERIB para soya en el ciclo P-V en el norte de Tamaulipas (Magallanes *et al.,* 2014; INIFAP, 2017). Las variables de respuesta medidas fueron: días a floración y a madurez del grano, número de vainas por planta, altura de planta y rendimiento de grano en kg ha^{-1}. La información se analizó con el programa estadístico SAS (SAS, 2006) y la comparación de medias se realizó con la prueba DMS ($P< 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los datos obtenidos en la evaluación de ocho variedades de soya en la localidad Reynosa Díaz, municipio de Reynosa, Tamaulipas. El análisis de varianza del rendimiento (C.V. = 19.4 %) detectó diferencias significativas entre las variedades. El rendimiento se presentó en rango de 632 kg ha^{-1} en la variedad Vernal, a 1451 kg ha^{-1} en la variedad Otoño, con promedio de 948 kg ha^{-1} en todo el experimento. Las variedades Otoño y Huasteca-400 obtuvieron los rendimientos de grano más altos (1451 kg ha^{-1} y 1388 kg ha^{-1}, respectivamente), las cuales resultaron estadísticamente iguales y superiores al resto de las variedades evaluadas (Cuadro 1). La variedad Otoño fue introducida del Valle de Texas (EUA) y caracterizada en el Campo Experimental Río Bravo. La variedad Huasteca-400 fue liberada por el INIFAP-Campo Experimental Las Huastecas (Maldonado *et al*., 2010) y tiene una amplia adaptación en las regiones productoras del sur de Tamaulipas, oriente de San Luis Potosí y norte de Veracruz.

En los días a floración también se detectó diferencia significativa, y variaron de 47 días en Tamesí, a 57 días en Huasteca-700, con un promedio de 52 días. Los días a cosecha se presentaron en un rango de 125 días en Otoño, Huasteca-400, Huasteca-100, Huasteca-300 y Tamesí, a 130 días en Huasteca-700, con una media de 126 días. Todos los materiales evaluados se comportaron como de ciclo intermedio, aunque las variedades Otoño y Huasteca-400 comúnmente maduran alrededor de ocho días antes que otras variedades como Vernal y Huasteca-200. La precocidad es una característica importante para la siembra en condiciones de temporal, ya que la precipitación es muy variable y la media anual es de 504 mm (Silva y Rodríguez, 2006). En altura de planta el análisis de varianza identificó diferencias significativas, variando de 22 cm en Tamesí, a 60 cm en Otoño, con promedio de 48 cm. Para el número de vainas por planta el análisis de varianza también detectó diferencia significativa entre las variedades, observándose en un rango de 19 vainas por planta en Huasteca-200, a 55 vainas por planta en Tamesí, con un promedio de 38 vainas por planta. Aunque se observó un mayor número de vainas en Tamesí, Huasteca-300, Huasteca-700, Vernal y Huasteca 100, el peso de sus granos fue menor que en Otoño y Huasteca-400; lo anterior puede deberse a una falta de adaptación a las condiciones de suelo y clima de la región. El número de vainas y semillas por planta se consideran los componentes más importantes del rendimiento de soya (Xiaobing *et al*., 2005) y deben ser considerados en los programas de mejoramiento genético.

Cuadro 1. Rendimiento y características agronómicas de 8 variedades de soya bajo condiciones de riego. Ciclo PV 2019. Localidad Reynosa Díaz, Municipio de Reynosa, Tamaulipas.

Variedad	Color Flor[1]	Días a Flor*	Días a cosecha	Altura cm*	Vainas por planta*	Rendimiento[2] kg ha^{-1}	*
Otoño	M	51 cd	125 a	60 a	23 c	1451	a
Huasteca-400	M	52 bc	125 a	58 ab	25 c	1388	a
Huasteca-100	M	50 cd	125 a	41 c	39 bc	1108	b
Huasteca-200	B	54 b	127 a	55 ab	19 c	1028	b
Huasteca-700	M	57 a	130 a	56 ab	46 ab	690	c
Huasteca-300	M	49 de	125 a	41 c	52 ab	645	c
Tamesí	B	47 e	125 a	22 d	55 a	641	c
Vernal	B	53 b	128 a	51 b	42 ab	632	c
Promedio		52	126	48	38	948	

[1] M=Morada; B= Blanca

[2] Al 12 % de humedad en el grano.

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, P< 0.05).

C.V. para la variable rendimiento= 19.4 %.

CONCLUSIONES

Se concluye que, para las condiciones edafoclimáticas de la región de estudio, las variedades más destacadas fueron Otoño (1451 kg ha^{-1}) y Huasteca-400 (1388 kg ha^{-1}), ya que alcanzaron el mayor rendimiento de grano. El cultivo de la soya puede ser una alternativa de producción para el ciclo agrícola P-V de la región agrícola del norte de Tamaulipas. Se sugiere evaluar nuevamente las variedades para confirmar los resultados obtenidos.

REFERENCIAS

Cortinas EHM. 2006. Leguminosas comestibles, pp. 75-87. *En*: L.A. Rodríguez del Bosque (ed.), Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas, Historia, Logros y Retos. Libro Técnico No. 1. INIFAP, Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tam., México.

INIFAP. 2017. Agenda Técnica Agrícola de Tamaulipas, pp. 275-277. SAGARPA. COFUPRO. INIFAP.

Magallanes EA, Díaz FA, Reyes RMA, Rosales RE, Alvarado CM, Silva SMM, Bustamante DAJ y Cortinas EHM. 2014. Tecnología de producción en soya [*Glycine max* (L.) Merrill] para el norte de Tamaulipas. Folleto técnico No. 58. Campo Experimental Rio Bravo, CIR-Noreste, INIFAP, pp. 1-36.

Maldonado MN, Asencio LG y Gill LHR. 2010. Huasteca-400, Nueva variedad de soya para el sur de Tamaulipas, oriente de San Luis Potosí y norte de Veracruz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 1(5):687-692.

SAS Institute. 2006. Release 9.3 ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

SIAP. 2020. Reportes de avances de siembras y cosechas. Consulta del 21 de julio de 2020.

Silva SMM y Rodríguez BLA. 2006. Agroclimatología, pp. 241-256. *En*: L.A. Rodríguez del Bosque (ed.), Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas, Historia, Logros y Retos. Libro Técnico No. 1. INIFAP, Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tam., México.

Xiaobing L, Jin J, Herbert SJ, Zhang Q, and Wang G. 2005. Yield components, dry matter, LAI and LAD of soybeans in northeast China. Field Crops Research. Vol. 93, Issue 1, p. 85-93.

EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE TRIGO HARINERO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN EL SUR DE SONORA

EVALUATION OF BREAD WHEAT GENOTYPES AT DIFFERENT PLANTING DATES IN SOUTH SONORA

Borbón-Gracia Alberto[1], Díaz-Ceniceros Huizar Leonardo[1], Chávez-Villalba Gabriela[1], Fuentes-Dávila Guillermo[1] y Alvarado-Padilla Jorge Iván[2].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug. km. 12. Cajeme, Obregón, Sonora, México. diaz.huizar@inifap.gob.mx.
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de Mexicali km. 7.5 San Felipe, Mexicali, B. C., México.

RESUMEN

Una evaluación de líneas y variedades de trigo harinero fue llevada a cabo en el Campo Experimental Norman E. Borlaug durante el ciclo otoño-invierno 2019-2020, se evaluaron 22 líneas avanzadas y tres variedades testigo en tres fechas de siembra (15 de noviembre, 15 y 31 de diciembre de 2019). Se utilizó un diseño experimental alfa latice con tres repeticiones, el tamaño de parcela fue de dos surcos separados a 80 cm por cinco metros de longitud (8 m^2). De acuerdo con el análisis de varianza se determinaron diferencias altamente significativas entre fechas de siembra y entre genotipos evaluados, las mejores fechas de siembra fueron el 15 de diciembre con un rendimiento medio de 7,269 kg/ha, la cual fue estadísticamente igual a la del 15 de noviembre con 6,810 kg/ha. Diez genotipos presentaron rendimientos superiores al mejor testigo comercial BORLAUG 100, entre ellos se encuentra la nueva variedad CIANO M2018 que supero con 300 kg/ha al testigo, aunque ambas se colocaron dentro del primer grupo estadístico ($p \leq 0.05$).

ABSTRACT

An evaluation of lines and varieties of bread wheat was done in the Norman E. Borlaug Experimental Field during the autumn-winter cycle 2019-2020, 22 advanced lines and three varieties were evaluated on three planting dates (15 November and 15 and 31 December 2019). An experimental alpha latice design was used with three repetitions, the plot size was two grooves separated to 80 cm by five meters in length (8 m^2). According to the variance analysis, highly significant differences between planting dates and between genotypes assessed were determined, the best planting dates were 15 December with an average yield of 7,269 kg/ha, which was statistically equal to that of 15 November with 6,810 kg/ha. Ten genotypes had yields higher than the best commercial variety BORLAUG 100, among them is

the new variety CIANO M2018 which exceeded with 300 kg/ha to the variety BORLAUG 100, although both were placed within the first statistical group (p≤ 0.05).

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de trigo para el año 2018 se ubicó en tercer lugar después de maíz y arroz (FAOSTAT, 2020). En México, el cultivo de trigo (*Triticum spp*.) alcanza un valor aproximado de 12 mil mdp, cifra que le coloca como el 10º cultivo más importante, al contribuir con el 2.9% del valor de la producción agrícola. Entre 2018-2019 la superficie promedio nacional dedicada al cereal alcanzó 522 mil hectáreas cosechadas, con un rendimiento medio de 6.020 t/ha y un volumen de producción de 3.15 millones de toneladas anuales (SIAP, 2020). En el ciclo otoño-invierno 2018-2019, en el estado de Sonora se cosecharon 260,000 hectáreas de trigo, con un rendimiento de 6.9 t/ha y una producción de 1.8 millones de toneladas, lo que representó el 57% de la producción nacional (SIAP, 2020). Más del 98 % de la superficie sembrada se realiza con semilla certificada de variedades generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), variedades agronómicamente adaptadas a las condiciones agroecológicas para las que fueron desarrolladas y que cuentan con la aceptación tanto de los productores, industriales y de los consumidores, además de la tecnología de producción generada también por el INIFAP, derivado de las políticas gubernamentales, en los últimos ciclos agrícolas ha ido en aumento la superficie sembrada con variedades de trigo harinero, de ahí que el objetivo del presente trabajo, fue evaluar líneas avanzadas que presenten características deseables para ser liberadas como nuevas variedades de trigo harinero para el sur de Sonora, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó durante el ciclo otoño-invierno 2019-2020 en los terrenos del Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP, ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui, Sonora. Se evaluaron 22 líneas avanzadas provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) comparadas con tres variedades comerciales, de estas se analizaron 15 genotipos de los más sobresalientes, los cuales se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- Genotipos de trigo harinero evaluados en el Campo Experimental Norman E. Borlaug ciclo O-I 2018-2019.

Genotipo
1) ONAVAS F2009
2) BORLAUG 100
3) CIANO M2018
4) PBW343//CAR422/ANA/3/ELVIRA
6) BORL14*2/3/KBIRD//WBLL1*2/KURUKU
7) BORL14*2/3/WBLL1*2/TUKURU//CROSBILL #1
10) BORL14*2/5/ATTILA/3*BCN*2//BAV92/3/KIRITATI/WBLL1/4/DANPHE
11) KATERE/BORL14//MANKU
13) MUCUY//STLN/MUNAL #1
14) FRANCOLIN#1//WBLL1*2/BRAMBLING/4/WBLL1*2/KURUKU*2/3/KIRITATI//…
16) BORL14/CHIPAK
19) WBLL1*2/BRAMBLING*2//BAVIS/3/BORL14
20) KACHU/BECARD//WBLL1*2/BRAMBLING*2/5/WHEAR/KIRITATI/3/C80.1/3*BATAVIA…
23) ITP40/AKURI//FRNCLN*2/TECUE #1
24) PREMIO/4/CROC_1/AE.SQUARROSA (205)//KAUZ/3/PIFED/5/BORL14

Los materiales se evaluaron en tres fechas de siembra (15 de noviembre, y 15 y 30 de diciembre de 2019); en todas las fechas, la siembra se realizó en seco y posteriormente se aplicó el riego de nacencia. La parcela experimental fue de dos surcos separados a 80 cm por cinco metros de longitud (8 m^2) sembrados a doble hilera, con una densidad de siembra de 100 kg/ha de semilla. Se fertilizó con la fórmula 241-52-00, aplicándose 103-52-00 en presiembra y 138-00-00 antes del primer riego de auxilio. En las tres fechas de siembra se aplicaron cuatro riegos de auxilio como lo recomiendan Figueroa *et al*. (2011). Se realizó una aplicación de herbicidas para el control de maleza de hoja ancha. Para el control de enfermedades no se realizaron aplicaciones preventivas ni curativas, ya que las líneas evaluadas presentan resistencia a las principales enfermedades como son la roya de la hoja y roya amarilla o lineal. Se utilizó un diseño experimental alfa latice con tres repeticiones. Para

obtener el rendimiento de grano, se cosechó el total de la parcela con una trilladora experimental. Las variables que se midieron fueron: días a floración, días a madurez fisiológica, peso hectolítrico y rendimiento de grano, el cual se analizó estadísticamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se puede observar que existió diferencia significativa (p≤ 0.05) entre fechas de siembra, siendo las fechas del 15 de noviembre y 15 de diciembre las que presentaron los mejores rendimientos de grano, mientras que el menor rendimiento de grano se presentó en la fecha del 30 de diciembre con rendimientos medios que van de 6,161 a 7,269 kg/ha.

Cuadro 2.- Rendimiento de grano de tres fechas de siembra evaluadas en el Campo Experimental Norman E. Borlaug ciclo O-I 2018-2019.

Fecha de Siembra	Kg/ha^{-1}
15 de noviembre	6810 a
15 de diciembre	7269 a
30 de diciembre	6161 b

Nivel de significancia = 0.05

C.V. = 3.79 %

DMS = 486.04 kg/ha

En el Cuadro 3 se presentan los rendimientos obtenidos en kilogramos por hectárea de los materiales evaluados, estos rendimientos son el promedio obtenido de las tres fechas de siembra, donde se pueden observar 10 genotipos que rindieron estadísticamente igual a la variedad de trigo harinero más sembrada en el sur de Sonora BORLAUG 100, la cual sigue presentando alto rendimiento de grano y tolerancia a royas, pero es necesario obtener nuevas líneas prometedoras para diversificar el mosaico de variedades a utilizar por los productores del sur de Sonora. Entre los materiales sobresalientes se puede observar la nueva variedad CIANO M2018, la cual rindió en promedio 300 kg/ha más que BORLAUG 100, pero quedaron estadísticamente (p≤ 0.05) en el mismo grupo. Materiales como la línea 10 y 16 son los más prometedores de este trabajo, por lo que se seguirán evaluando para ver su estabilidad en otros ciclos y en otras localidades.

Cuadro 3.- Rendimiento de grano, proteína, PH y aspectos agronómicos de 12 líneas avanzadas y tres variedades, evaluadas en tres fechas de siembra en el Campo Experimental Norman E. Borlaug ciclo O-I 2019-2020.

Genotipo	IF	MF	PH	Kg/ha
10) BORL14*2/5/ATTILA/3*BCN*2//BAV92/3/KIRITA	78	120	82.4	7031 a
16) BORL14/CHIPAK	76	120	80.7	7002 ab
3) CIANO M2018	81	122	82.0	6969 ab
7) BORL14*2/3/WBLL1*2/TUKURU//CROSBILL #1	77	120	82.4	6912 ab
6) BORL14*2/3/KBIRD//WBLL1*2/KURUKU	76	119	81.9	6909 ab
11) KATERE/BORL14//MANKU	76	117	79.1	6821 ab
24) PREMIO/4/CROC_1/AE.SQUARROSA (205)//KAUZ/3/PIFED/5/BORL14	75	119	78.8	6783 ab
23) ITP40/AKURI//FRNCLN*2/TECUE #1	78	121	79.5	6748 ab
20) KACHU/BECARD//WBLL1*2/BRAMBLING*2/5/	76	119	81.3	6718 ab
19) WBLL1*2/BRAMBLING*2//BAVIS/3/BORL14	76	120	80.8	6676 ab
2) BORLAUG 100	75	117	82.1	6671 ab
14) FRANCOLIN#1//WBLL1*2/BRAMBLING/4/WBLL	77	121	80.0	6611 b
4) PBW343//CAR422/ANA/3/ELVIRA	77	120	82.1	6608 b
13) MUCUY//STLN/MUNAL #1	76	120	81.2	6600 b
1) ONAVAS F2009	76	118	80.3	6134 c

Nivel de significancia = 0.05; C.V. = 3.79 %; DMS = 419.16 kg/ha; IF = días a floración; MF = madurez fisiológica; PH = peso hectolítrico

CONCLUSIONES

La nueva variedad CIANO M2018 sigue presentando estabilidad de rendimiento en las diferentes fechas de siembra, líneas como la 10 y 16 sobresalieron en este ciclo de evaluación, razón por la cual se seguirán probando en diferentes ciclos, localidades y fechas de siembra, con la finalidad de liberarlas como nuevas variedades de trigo harinero para el sur de Sonora y así aumentar el mosaico de variedades.

REFERENCIAS

FAOSTAT 2020. Producción mundial de cereales 2018. Disponible en http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC

Figueroa L. P., G. Fuentes D., J. M. Cortés J., L. M. Tamayo E., P. Félix V., J. E. Ortiz E., I. Armenta C., V. Valenzuela H. G. Chávez V. y J.L. Félix F. (2011) Guía para producir trigo en el sur de Sonora. Folleto para productores N° 39. Cd. Obregón, Sonora, México.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) (2020) Disponible en https://www.gob.mx/siap

EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE TRIGO DURO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN EL SUR DE SONORA

EVALUATION OF DURUM WHEAT GENOTYPES AT DIFFERENT PLANTING DATES IN SOUTH SONORA

Borbón-Gracia Alberto[1], Díaz-Ceniceros Huizar Leonardo[1], Fuentes-Dávila Guillermo[1], Chávez-Villalba Gabriela[1] y Alvarado-Padilla Jorge Iván[2].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug. km. 12. Cajeme, Obregón, Sonora, México. diaz.huizar@inifap.gob.mx.
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de Mexicali km. 7.5 San Felipe, Mexicali, B. C., México.

RESUMEN

Una evaluación de líneas y variedades de trigo duro fue llevada a cabo en el Campo Experimental Norman E. Borlaug durante el ciclo otoño-invierno 2019-2020, se evaluaron 27 líneas avanzadas y tres variedades testigo en tres fechas de siembra (15 de noviembre, 15 y 30 de diciembre de 2019). Se utilizó un diseño experimental alfa latice con tres repeticiones, el tamaño de parcela fue de dos surcos separados a 80 cm por cinco metros de longitud (8 m^2). De acuerdo con el análisis de varianza se determinaron diferencias altamente significativas entre fechas de siembra y entre genotipos evaluados, la mejor fecha de siembra fue la del 15 de diciembre con un rendimiento medio de 7,227 kg/ha, en segundo lugar quedó la fecha del 15 de noviembre con 6,745 kg/ha, mientras que la del 30 de diciembre rindió 6,282 kg/ha. Todas las líneas evaluadas presentaron mejores rendimientos que las variedades comerciales, aunque dos de ellas se encuentran dentro del mismo grupo estadístico ($p \leq 0.05$).

ABSTRACT

An evaluation of lines and varieties of durum wheat was done in the Norman E. Borlaug Experimental Field during the autumn-winter cycle 2019-2020, 22 advanced lines and three varieties were evaluated on three planting dates (15 November and 15 and 31 December 2019). An experimental alpha latice design was used with three repetitions, the plot size was two grooves separated to 80 cm by five meters in length (8 m^2). According to the variance analysis, highly significant differences between planting dates and between genotypes assessed were determined, the best planting date of 15 December with an average yield of 7,227 kg/ha, second with the date of 15 November with 6,745 kg/ha, while the date of 30 December yielded 6,282 kg/ha. All the lines evaluated had better yields than commercial varieties, although two of them are within the same statistical group ($p \leq 0.05$).

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de trigo para el año 2018 se ubicó en tercer lugar después de maíz y arroz (FAOSTAT, 2020). En México, el cultivo de trigo (*Triticum spp*.) alcanza un valor aproximado de 12 mil mdp, cifra que le coloca como el 10º cultivo más importante, al contribuir con el 2.9% del valor de la producción agrícola. Entre 2018-2019 la superficie promedio nacional dedicada al cereal alcanzó 522 mil hectáreas cosechadas, con un con un rendimiento medio de 6.02 t/h y un volumen de producción de 3.15 millones de toneladas anuales (SIAP, 2020). En el ciclo otoño-invierno 2018-2019, en el estado de Sonora se cosecharon 260,000 hectáreas de trigo, con un rendimiento de 6.9 t/h y una producción de 1.8 millones de toneladas, lo que representó el 57% de la producción nacional (SIAP, 2020). Más del 98% de la superficie sembrada se realiza con semilla certificada de variedades generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), variedades agronómicamente adaptadas a las condiciones agroecológicas para las que fueron desarrolladas y que cuentan con la aceptación tanto de los productores, industriales y de los consumidores, además de la tecnología de producción generada también por el INIFAP, derivado que la variedad de trigo cristalino más sembrada en el sur de Sonora (CIRNO C2008), perdió su resistencia a roya de la hoja (*Puccinia triticina*), es necesario buscar líneas sobresalientes que vengan a sustituir a la brevedad dicha variedad, de ahí que el objetivo del presente trabajo, fue identificar líneas avanzadas que presenten características deseables para ser liberadas como nuevas variedades para el sur de Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó durante el ciclo otoño-invierno 2019-2020 en los terrenos del Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) del INIFAP, ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui, Sonora. Se evaluaron 27 líneas avanzadas provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) comparadas con tres variedades comerciales, de estas se analizaron 15 genotipos de los más sobresalientes, los cuales se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- Genotipos de trigo duro evaluados en el Campo Experimental Norman E. Borlaug ciclo O-I 2018-2019.

Genotipo
1) CIRNO C2008
2) QUETCHEHUECA ORO C2013
3) CENEB ORO C2017

4) RANCO//CIT71/CII/3/COMDK/4/TCHO//SHWA/MALD/3/CREX/5/SNITAN/6/…

5) GUAYACAN INIA/POMA_2//SNITAN/4/D86135/ACO89//PORRON…

6) HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/RASCON_37/4/CRAKE_10…

7) CBC 509 CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR

8) HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/RASCON_37/4/2*SOOTY_9…

9) AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/3/SOMBRA_20/4/SNITAN

10) CBC 509 CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR…

11) SILVER_14/MOEWE//BISU_1/PATKA_3/3/PORRON_4/YUAN_1/9/USDA595…

12) CALERO/7/HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/RASCON_37/4/SOOTY…

13) SOOTY_9/RASCON_37//JUPARE C 2001/3/SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACAN…

16) STOT//ALTAR 84/ALD/3/PATKA_7/YAZI_1/4/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS…

30) ODIN_15/WITNEK_1//ISLOM_1/5/TARRO_1/TISOMA_2//TARRO_1/3/COMB DUCK…

Los materiales se evaluaron en tres fechas de siembra (15 de noviembre, y 15 y 30 de diciembre de 2019); en todas las fechas, la siembra se realizó en seco y posteriormente se aplicó el riego de nacencia. La parcela experimental fue de dos surcos separados a 80 cm por cinco metros de longitud (8 m^2) sembrados a doble hilera, con una densidad de siembra de 100 kg/ha de semilla. Se fertilizó con la fórmula 241-52-00, aplicándose 103-52-00 en presiembra y 138-00-00 antes del primer riego de auxilio. En las tres fechas de siembra se aplicaron cuatro riegos de auxilio como lo recomiendan Figueroa *et al*. (2011). Para el control malezas se usó Metsulfurón metil + Thifensulfurón metil y Pinoxaden + Cloquintocet-mexyl, así mismo, para el combate de pulgón se utilizó Imidacloprid + Betacyfluthrin. Para el control de enfermedades no se realizaron aplicaciones preventivas ni curativas, ya que las líneas evaluadas presentan resistencia a las principales enfermedades como son la roya de la hoja y roya amarilla o lineal. Se utilizó un diseño experimental alfa latice con tres repeticiones. Para obtener el rendimiento de grano, se cosechó el total de la parcela con una trilladora experimental. Las variables que se midieron fueron: días a floración, días a madurez fisiológica, peso hectolítrico y rendimiento de grano, el cual se analizó estadísticamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se puede observar que existió diferencia significativa (p≤ 0.05) entre fechas de siembra, siendo la fecha del 15 de noviembre y 15 de diciembre las que presentaron los mejores rendimientos de grano, mientras que el menor rendimiento de grano se presentó en la fecha del 30 de diciembre con rendimientos medios que van de 6,161 a 7,269 kg/ha, resultados similares fueron reportados por Borbón *et al*. (2019).

Cuadro 2.- Rendimiento de grano de trigo duro evaluado en tres fechas de siembra en el Campo Experimental Norman E. Borlaug ciclo O-I 2018-2019.

Fecha de Siembra	Kg/ha^{-1}
15 de noviembre	6745 b
15 de diciembre	7227 a
30 de diciembre	6282 c

Nivel de significancia = 0.05

C.V. = 5.3 %

DMS = 437.34kg/ha

En el Cuadro 3 se presentan los rendimientos obtenidos en kilogramos por hectárea de los materiales evaluados, estos rendimientos son el promedio obtenido de las tres fechas de siembra, donde se pueden observar que todas las líneas experimentales evaluadas presentan rendimientos superiores a las tres variedades comerciales, aunque dos de ellas se encuentran dentro del mismo grupo estadístico (p≤ 0.05). De los materiales sobresalientes, la línea número 11 se encuentra en proceso de registro, ya que durante los dos últimos ciclos ha presentado características de rendimiento y calidad mejor que la variedad más utilizada (CIRNO C2008). En este ciclo se pudieron observar materiales con mejores características de rendimiento, dichos materiales se seguirán evaluando para conocer su estabilidad durante diferentes ciclos, localidades y fechas de siembra, con el fin de identificar las mejores líneas que puedan ser candidatas a variedades.

Respecto a inicio de floración y días a madures fisiológica no hay mucha diferencia entre genotipos. En el peso hectolítrico solamente las líneas 6, 8 y 12 presentan un peso específico igual o mayor a 84 hl.

Cuadro 3.- Rendimiento de grano, PH y aspectos agronómicos de 12 líneas y tres variedades de trigo duro, evaluadas en tres fechas de siembra en el Campo Experimental Norman E. Borlaug ciclo O-I 2019-2020.

Genotipo	IF	MF	PH	Kg/ha
10) CBC 509 CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT	76	124	83.6	7050 a
13) SOOTY_9/RASCON_37//JUPARE C 2001/3/	77	122	83.6	6985 ab
6) HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY	76	123	84.0	6962 ab
7) CBC 509 CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/	72	120	83.7	6949 ab
12) CALERO/7/HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/	76	124	84.4	6912 ab
16) STOT//ALTAR 84/ALD/3/PATKA_7/YAZI_1/4/	75	123	83.6	6873 ab
8) HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/	77	121	84.5	6794 ab
11) SILVER_14/MOEWE//BISU_1/PATKA_3/3/	74	121	82.7	6793 ab
30) ODIN_15/WITNEK_1//ISLOM_1/5/TARRO_1/T	75	121	83.0	6752 ab
5) GUAYACAN INIA/POMA_2//SNITAN/4/D86135	76	122	83.9	6713 ab
9) AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA	74	120	83.9	6710 ab
4) RANCO//CIT71/CII/3/COMDK/4/TCHO//SHWA/	75	121	82.7	6681 abc
3) CENEB ORO C2017	76	121	82.6	6518 abc
1) CIRNO C2008	76	123	83.1	6458 abc
2) QUETCHEHUECA ORO C2013	75	121	82.7	6117 c

Nivel de significancia = 0.05; C.V. = 5.3 %; DMS = 586 kg/ha; IF = días a floración; MF = madurez fisiológica; PH = peso hectolítrico

CONCLUSIONES

El programa de mejoramiento genético de trigo del CENEB cuenta con líneas experimentales que superan el rendimiento de las variedades comerciales que se siembran en la región, estas líneas, además de buen rendimiento también presentan resistencia a royas y calidad industrial, solamente falta evaluarlas en diferentes ciclos, diferentes localidades y fechas de siembra para conocer su estabilidad y así poder proponerlas como nuevas variedades.

REFERENCIAS

Borbón G. A., Chávez V. G., Fuentes D. G. y Díaz C. H. L. (2019) Evaluación de líneas y variedades de trigo cristalino en cuatro fechas de siembra en el sur de Sonora. X reunión nacional de investigación agrícola. Chiapas, México.

FAOSTAT 2020. Producción mundial de cereales 2018. Disponible en http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC

Figueroa L. P., G. Fuentes D., J. M. Cortés J., L. M. Tamayo E., P. Félix V., J. E. Ortiz E., I. Armenta C., V. Valenzuela H. G. Chávez V. y J.L. Félix F. (2011) Guía para producir trigo en el sur de Sonora. Folleto para productores N° 39. Cd. Obregón, Sonora, México.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) (2020) Disponible en https://www.gob.mx/siap

EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE SORGO PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO

EVALUATION OF SORGHUM GENOTYPES FOR GRAIN PRODUCTION

Ulises Aranda Lara[1]*, Héctor Williams Alanís[2], Ma. Eugenia Cisneros López[1]

[1]INIFAP-Campo Experimental Río Bravo. Carretera. Matamoros-Reynosa Km-61. CP. 88900. Río Bravo, Tamaulipas, México. [2] Ex-Investigador de INIFAP-Campo Experimental Río Bravo. Autor de correspondencia: aranda.ulises@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue medir la productividad de híbridos experimentales de sorgo para grano en Rio Bravo Tamaulipas, comparados con los testigos comerciales e híbridos liberados por el INIFAP. Durante el ciclo primavera verano 2019, se estableció en el Campo Experimental Río Bravo (CERIB), en un ensayo con 19 híbridos experimentales y siete comerciales. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se identificaron híbridos experimentales agronómicamente similares a los comerciales en la variable rendimiento. En los cuales se encuentran ocho cruzas experimentales estas fueron estadísticamente similares en rendimiento a los testigos comerciales 83P56 y 83P27, estas cruzas fueron RB214AxRB128, RB214AxTx437, RB225AxTx430, SB25AxRB128, RB214AxRB256, RB248AxRB128, RB214AxTx430 y RB225AxRB256. Estas cruzas también superaron a los híbridos comerciales del INIFAP, como RB-Patrón, RB-Huasteco y RB-3030, desde 200 a 400 kg.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the productivity of experimental sorghum hybrids for grain in Rio Bravo Tamaulipas, compared with commercial and hybrid witnesses released by INIFAP. During the spring summer 2019 cycle, were established at the Rio Bravo Experimental Field (CERIB), in a trial with 19 experimental and seven commercial hybrids. A randomized block design was used with three repetitions. Experimental hybrids were identified agronomically similar to commercial hybrids in the performance variable. In which are eight experimental crosses these were statistically similar in performance to commercial witnesses 83P56 and 83P27, these crosses were RB214AxRB128, RB214AxTx437, RB225AxTx430, SB25AxRB128, RB214AxRB256, RB248AxRB128, RB214AxTx430 and RB225AxRB256. These crosses also outperformed INIFAP commercial hybrids such as RB-Patrón, RB-Huasteco and RB-3030, from 200 to 400 kg/ha.

INTRODUCCIÓN

El estado de Tamaulipas está ubicado en la región noreste de México, y de acuerdo a información oficial gubernamental se señala que en el año 2018 obtuvo el primer lugar en la producción de sorgo al aportar 1,935,482 t. La mayor actividad agrícola de este estado se encuentra en el ciclo Otoño-Invierno con el 67.9 % de la superficie sembrada (SIAP 2019a). El sorgo de grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), en lo referente a los cultivos forrajeros ocupa el tercer sitio en el ingreso monetario a nivel nacional, ya que su producción en el año 2018 género en ventas un valor de 15 mil 981 millones de pesos de los cuales 6 mil 473 corresponden a Tamaulipas (SIAP 2019b). Está documentado que el rendimiento de grano es uno de los principales objetivos a incrementar en los programas de mejoramiento genético (Araus *et al.,* 2008). La sanidad en la formación de nuevo material genético con buen potencial de rendimiento es de suma importancia en la mejora de plantas (Aranda-Lara *et al.,*2019). La evaluación de los genotipos en diferentes condiciones climáticas edafoclimáticas permite identificar el genotipo ideal (Ledesma-Ramirez *et al.,*2012). Con base a lo anterior, este estudio se planteó con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de híbridos experimentales y comerciales bajo riego en Río Bravo, Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en agosto 05 de 2019 en el del ciclo Primavera-Verano (P-V 2019/2019) bajo condiciones de riego, (un riego de pre siembra y dos de auxilio) en el Campo Experimental Río Bravo (CERIB), ubicado en el km 61 de la carretera Matamoros-Reynosa, con las coordenadas geográficas 25° 57' 54" latitud Norte y 98° 01' 03" longitud Oeste. Altitud 0-50 msnm, temperatura media anual 23.5ºC y una precipitación media anual de 550 mm. Después de 15 días de la siembra se aclareo hasta tener una población aproximada de 165 mil plantas ha^{-1}. El manejo agronómico fue conforme al paquete tecnológico recomendado por INIFAP (Montes *et al*., 2013) en la región, así mismo, para el control del pulgón amarillo se realizaron dos aplicaciones utilizando Venfidor 350SC® (Imidacloprid) con una dosis de 1 L/ha a los 20 y 60 días después del riego de siembra. El ensayo se desarrolló bajo un diseño experimental en bloques completos al azar con tres repeticiones. El tamaño de cada parcela fue en dos surcos de cinco metros de longitud con separación entre surcos de 0.80 m. Se evaluaron 19 cruzas experimentales de sorgo granífero rojo y siete genotipos de sorgo comercial como son; 83P27, 83P56, G-Star7301, G-Star7616, RB-3030, RB-Huasteco y RB-Patrón. Las variables de estudio fueron: rendimiento de grano ajustado al 14% de humedad; número de días a antesis; altura de planta; diámetro de tallo, largo y ancho de la panoja,

longitud del pedúnculo de la panoja o excersión. Los datos obtenidos se sometieron a la comparación de medias Tukey usando el paquete estadístico SAS versión 9.3.1 (SAS, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra los resultados y las diferencias entre los genotipos en cuatro variables. La mayoría de los genotipos tuvieron floración intermedia de 69±6.4 días, altura de planta de 145.6 cm ±10.6 cm, con un diámetro de 21.1±1.8 mm; la mayor parte de los genotipos florearon entre los 60 y 67 días a floración, el material más tardío fue la variedad experimental 197-2 con 87 días. La cruza experimental más tardía fue RB248AxTx430 y el RB-Huasteco con 80 días a antesis en comparación con el más precoz de 60 días del híbrido comercial 83P27. Los híbridos comerciales como 83P27, 83P56, G-Star7301 y G-Star7616 tuvieron una altura de 132-149 cm, los híbridos liberados por el INIFAP como RB-3030, RB-Huasteco y RB-Patrón presentaron altura 135-145 cm. La cruza experimental con mayor altura fue RB248AxTx437 con 164 cm, otras como RB214AxTx437, RB214AxRB128, RB225AxRB128, RB248AxRB128, RB214AxRB256, RB225AxTx430, SB12AxRB128, RB225AxRB256 y RB214AxTx430 tuvieron una altura superior al promedio y fueron más altos que los testigos con una altura de 147 a 160 cm. El rendimiento medio estimado fue de 4962±194.8 kg ha^{-1}. Se identificaron 14 materiales que superaron la media, cuyo rendimiento fue desde 4966 hasta 5270 kg ha^{-1}. Conforme a los resultados, ocho cruzas experimentales fueron estadísticamente similares en rendimiento a los testigos comerciales 83P56 y 83P27, estas cruzas fueron RB214AxRB128, RB214AxTx437, RB225AxTx430, SB25AxRB128, RB214AxRB256, RB248AxRB128, RB214AxTx430 y RB225AxRB256. Estas cruzas fueron estadísticamente superiores a los híbridos comerciales del INIFAP, como RB-Patrón, RB-Huasteco y RB-3030, desde 200 a 400 kg. Resultados similares coinciden con lo reportado por Ezeaku y Mohammed (2006), Sarvari y Behesthi (2012) y Williams y Arcos (2015) en donde encontraron híbridos superiores en rendimiento al testigo comercial presentando una altura superior a ellos. En el cuadro 2 se muestran las diferencias entre las tres variables agronómicas en longitud y ancho de la panoja 28.9±2.3 de 5.3±11.7 cm con una longitud del pedúnculo de 4.3 ±2.8 cm.

Cuadro 1. Comparación de medias en variables morfológicas en genotipos de experimentales de sorgo. Río Bravo. P-V, 2019.

No	Genotipo	REND kg ha^{-1}		DA		ALP (cm)		DT (mm)	
1	RB214A*RB128	5269.75	a	63.67	ced	151.22	ab	21.44	a
2	RB214A*Tx437	5234.42	ab	64.00	ced	159.33	ab	21.90	a
3	RB225A*Tx430	5210.87	ab	66.67	ced	151.00	ab	20.88	a
4	83P56 (T)	5188.5	ab	64.33	ced	132.08	b	21.05	a
5	SB25A*RB128	5135.51	abc	70.00	cbd	140.50	ab	24.61	a
6	RB214A*RB256	5126.09	abc	64.00	ced	151.05	ab	23.69	a
7	RB214A*Tx430	5126.09	abc	66.00	ced	146.61	ab	18.36	a
8	RB248A*RB128	5116.66	abcd	65.33	ced	151.72	ab	20.14	a
9	83P27 (T)	5114.3	abcd	59.00	e	144.06	ab	20.32	a
10	RB225A*RB256	5078.98	abcde	66.00	ced	149.28	ab	21.79	a
11	SB12A*RB128	5041.3	abcdef	72.33	cb	140.67	ab	20.35	a
12	RB225A*RB128	5002.27	abcdef	67.33	ced	150.67	ab	21.27	a
13	RB225A*Tx437	4984.78	abcdef	67.67	ced	145.67	ab	20.86	a
14	RB248A*Tx430	4965.94	acdef	72.67	cb	138.94	b	23.67	a
15	SB25A*RB256	4958.87	gbcdef	67.00	ced	144.00	ab	20.57	a
16	RB248A*RB256	4947.1	gbcdef	63.00	ed	140.50	ab	23.10	a
17	RB-HUASTECO (T)	4885.86	ghcdef	67.67	ced	136.55	b	24.00	a
18	RB-3030 (T)	4852.89	ghcdef	67.00	ced	135.66	b	22.01	a
19	RB-PATRÓ (T)	4829.34	ghidef	77.00	ab	140.72	ab	18.39	a

20	G-STAR7301 (T)	4815.21	ghidef	67.17	ced	129.97	b	21.95	a
21	SB12A*Tx437	4782.24	ghif	65.67	ced	139.11	b	18.37	a
22	G-STAR7616 (T)	4782.2	ghif	64.00	ced	129.17	b	21.52	a
23	US-158-44	4746.91	ghif	85.67	a	133.95	b	21.99	a
24	RB248A*Tx437	4683.32	ghi	71.00	cbd	150.72	ab	21.91	a
25	197-2	4612.67	hi	85.00	a	175.06	a	20.84	a
26	SB12A*RB256	4542.02	i	66.33	ced	140.11	ab	19.88	a
	Media	**4962.0**		**69.4**		**145.6**		**21.1**	
	Sdt	**194.8**		**6.4**		**10.6**		**1.8**	
	CV	**3.9**		**9.2**		**7.3**		**8.6**	

REND: rendimiento de grano; DA: número de días a antesis; ALP: altura de planta; DT: Diámetro de tallo. Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey ($p<0.05$).

Cuadro 2. Comparación de medias en variables morfológicas en genotipos de experimentales. Río Bravo. P-V, 2019.

No	**Genotipo**	**LP (cm)**		**AP (cm)**		**EX (cm)**	
1	RB214A*RB128	31.72	ab	4.83	abc	3.22	ab
2	RB214A*Tx437	32.17	a	5.67	abc	4.78	ab
3	RB225A*Tx430	31.89	ab	4.50	abc	3.72	ab
4	83P56 (T)	31.50	ab	5.55	abc	3.89	ab
5	SB25A*RB128	31.89	ab	5.39	abc	0.44	b
6	RB214A*RB256	30.89	ab	5.33	abc	4.55	ab
7	RB214A*Tx430	30.89	ab	6.11	abc	3.11	ab

8	RB248A*RB128	30.78	ab	5.22	abc	7.61	ab
9	83P27 (T)	30.75	ab	6.33	ab	4.39	ab
10	RB225A*RB256	30.33	abc	5.11	abc	5.56	ab
11	SB12A*RB128	30.44	abc	5.33	abc	2.95	ab
12	RB225A*RB128	29.83	abc	4.22	bc	10.78	a
13	RB225A*Tx437	29.22	abc	3.83	c	2.00	ab
14	RB248A*Tx430	29.00	abc	5.33	abc	1.33	ab
15	SB25A*RB256	28.83	abc	5.78	abc	0.78	ab
16	RB248A*RB256	28.78	abc	5.22	abc	3.61	ab
17	RB-HUASTECO (T)	28.05	abc	6.67	a	0.61	b
18	RB-3030 (T)	28.28	abc	5.55	abc	1.22	ab
19	RB-PATRÓN (T)	27.39	abc	4.50	abc	5.00	ab
20	G-STAR7301 (T)	27.22	abc	5.89	abc	5.50	ab
21	SB12A*Tx437	26.33	bc	5.45	abc	4.17	ab
22	G-STAR7616 (T)	26.84	abc	6.06	abc	8.64	ab
23	US-158-44	26.42	bc	4.89	abc	10.17	ab
24	RB248A*Tx437	30.67	ab	5.78	abc	4.33	ab
25	197-2	24.83	c	5.00	abc	6.00	ab
26	SB12A*RB256	24.89	c	5.17	abc	5.83	ab
	Media	**28.9**		**5.3**		**4.3**	
	Sdt	**2.3**		**0.6**		**2.8**	
	CV	**8.1**		**11.7**		**64.4**	

LP y AP: largo y ancho de la panoja, EX: longitud del pedúnculo de la panoja o excersión. Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey ($p<0.05$).

CONCLUSIONES

Estas cruzas deberán ser evaluadas en un mayor número de ciclos o ambientes. En esta primera avaluación los híbridos RB214AxRB128, RB214AxTx437, RB225AxTx430, SB25AxRB128, RB214AxRB256, RB248AxRB128, RB214AxTx430 y RB225AxRB256 se mostraron superiores a los testigos comerciales en la variable rendimiento.

REFERENCIAS

Aranda-Lara, U. Flores-Naveda, A. Muñoz-Romero, A.L. Yáñez-López, R.2019. Incidencia de enfermedades foliares en líneas experimentales de sorgo. Memoria de la XXXI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED (1) 248-254

Araus, J. L, Slafer, G.A, Royo, C, Serret, M.D. 2008. Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. Critical Reviews in Plant Sciences 27(6):377-412.

Ezeaku, I.E., y S.G. Mohammed. 2006. Character association and path analysis in grain sorghum. African. Journal Biotechnol. 5:1337-1340.

Ledesma-Ramírez, L. Solís-Moya, E. Suaste-Franco M, P. Rodríguez-Caracheo, F, J. Lourdes de la Cruz-González, M. 2012. Análisis gge biplot del rendimiento de trigo (*Triticum* spp.) con riego normal y restringido en el bajío, México. Agrociencia 46(2):119-131.

Montes-García, N. Williams-Alanís, H. Pecina, Q. V. Arcos, C. G., Vargas, V.E., Espinosa, R.M. Herrera C, C. 2013. RB-Norteño: Sorgo granífero para áreas de temporal de Tamaulipas y Guanajuato. INIFAP. Campo Experimental Río Bravo. Folleto Técnico No 55. 26 p. México.

Sarvari, S.M., y S.A. Behesthi. 2012. Relationship between grain yield and plant characteristics in grain sorghum genotypes under drought stress conditions. Iranian Journal Crop Science. 14:183-201

SAS Institute. 2006. Release 9.3 ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

SIAP, Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. 2019a. Tamaulipas. Infografía Agroalimentario 2019. Primera edición. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. 53

SIAP, Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. 2019b. Panorama Agroalimentario 2019. Primera edición. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. 214 p.

Williams, A.H., y C.G. Arcos. 2015. Comportamiento agronómico de híbridos y progenitores de sorgo para grano en las Huastecas. Agronomía. Mesoamericana. 26:87-97.

ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO DE CHILE SECO TIPO GUAJILLO (*Capsicum Annuum* L.) EN SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

YIELD STABILITY OF DRY GUAJILLO TYPE (*Capsicum Annuum* L.) IN SAN LUIS POTOSÍ, MEXICO

Santiago-López, Ulises [1,3]; Santiago-Hernández, Francisco[1]; Ávila-Ayala, Rolando[1]; Ramírez-Meras, Moisés[2]; García-Martínez, Ana Lucía[3]

[1]INIFAP, CIR-Noreste, Campo Experimental San Luis; [2]INIFAP, CIR-Noreste, Campo Experimental Huastecas; [3]PREGEP-Genética, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo; santiago.ulises@inifap.gob.mx; ulises_s.l@hotmail.com

RESUMEN

El estudio de la interacción genotipo-ambiente permite identificar genotipos estables en un grupo de ambientes diferentes o con mayor rendimiento en uno de éstos. En el año 2013, se evaluaron dos híbridos (HMG14E y HME14F) y tres variedades (Don Luis, Don Ramón y VR-91) en cinco localidades del Estado de San Luis Potosí. Los experimentos se condujeron bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los datos de rendimiento se analizaron mediante un análisis de varianza combinado, al detectar significancia en la interacción genotipo-ambiente, se aplicó un análisis conjunto mediante la metodología de Eberhart y Russell (1966), el cual nos permitió estimar los parámetros de estabilidad para cada genotipo a partir de sus coeficientes de regresión (β_i) y desviaciones de la regresión (S^2d_i). La comparación de medias se efectuó por el método de Tukey (p=0.05). Finalmente se procedió al ajuste de las medias varietales (Y_{ij}) las cuales fueron empleadas como ordenadas y los índices ambientales (I_j) como abscisas para la construcción de las rectas de regresión por cada genotipo. El análisis de varianza combinado mostro diferencias significativas entre genotipos (p=0.05), ambientes (p=0.01) y la interacción genotipo-ambiente (p=0.05); esta última fuente de variación indica que los genotipos tienen un comportamiento desigual en los diferentes ambientes probados, debido a la gran influencia que ejerce el ambiente sobre el rendimiento. El análisis conjunto de estabilidad indico que todos los genotipos tienen buena adaptación a los ambientes sometidos, por tener coeficientes de regresión estadísticamente iguales a la unidad (β_i=1), sin embargo, existieron diferencias significativas entre sus desviaciones de regresión, lo que indica que algunos materiales tienen un comportamiento predecible en su rendimiento (S^2d_i=0: HMG14E, HMH14F y Don Luis), y otros, son inconsistentes ($S^2d_i\neq0$: Don Ramón y VR-91). Los materiales híbridos HMG14E y HMG14F pueden ser considerados “genotipos ideales”, ya que además de cumplir con los parámetros de estabilidad (β_i=1; S^2d_i=0) presentan medias relativamente altas en rendimiento con valores de 4.20 y 4.36 t ha^{-1}, respectivamente.

ABSTRACT

The study of the genotype-environment interaction allows us to identify stable genotypes in a group of different environments or with higher yields in one of certain ones. In 2013, two hybrids (HMG14E and HME14F) and three varieties (Don Luis, Don Ramón and VR-91) were evaluated in five locations in the State of San Luis Potosí. The experiments were conducted under a randomized complete block design with three replications. The performance data will be analyzed using a combined analysis of variance, when detecting significance in the genotype-environment interaction, a joint analysis was applied using the methodology of Eberhart and Russell (1966), which specifies the estimation of the stability parameters for each genotype based on their regression coefficients (β_i) and regression deviations (S^2d_i). The comparison of means was carried out by the Tukey method (p=0.05). Finally, we proceeded to adjust the varietal means (Y_{ij}) which were used as ordinates and the environmental indices (I_j) as abscissa for the construction of the regression lines for each genotype. The analysis of combined variance showed related differences between genotypes (p=0.05), environments (p=0.01) and the genotype-environment interaction (p=0.05); This last source of variation indicates that genotypes have uneven behavior in the different tested environments, due to the great influence that the environment exerts on performance. The joint stability analysis indicated that all genotypes have good adaptation to the submitted environments, as they have regression coefficients statistically equal to unity (β_i=1), however, there were significant differences between their regression deviations, indicating that some materials have a predictable performance behavior (S^2d_i=0: HMG14E, HMH14F and Don Luis), and others are inconsistent ($S^2d_i \neq 0$: Don Ramón and VR-91). The hybrid materials HMG14E and HMG14F can be considered “ideal genotypes”, since in addition to meeting the stability parameters (βi = 1; S2di = 0), they present relatively high means of performance with values of 4.20 and 4.36 t ha-1, respectively.

INTRODUCCION

En el año 2018 se establecieron en México alrededor de 66 mil ha de chile seco, de las cuales 35 mil ha correspondieron al tipo guajillo. En el mismo año, en Estado de San Luis Potosí se plantaron 13 mil ha de chile guajillo, representando el 37% de la superficie sembrada en el país, ocupando el segundo lugar a nivel nacional (SIACON, 2019).

Por su importancia económica, social, cultural y gastronómica el chile guajillo representa una hortaliza agroindustrial de alta demanda a nivel nacional e internacional, que se emplea como ingrediente principal de diferentes platillos locales y regionales, para la extracción de colorantes naturales y compuestos bioactivos por diversas industrias.

El estudio de la interacción genotipo-ambiente permite identificar genotipos estables en un grupo de ambientes diferentes o con mayor rendimiento en uno de éstos, ayudando al fitomejorador a recomendar cierta variedad a determinadas condiciones específicas, y reunir la mayor información posible acerca del comportamiento de sus materiales para zonificar su explotación. La estabilidad de un genotipo ante los ambientales cambiantes (localidades, años, prácticas de manejo, presión de agentes bióticos y abióticos), es una de las metas de todo programa de mejoramiento genético que le asegura un amplio mercado para sus tecnologías.

Existen diferentes metodologías para estimar la estabilidad de un genotipo en una serie de ambientes, que pueden ser mediante procedimientos univariados (Yates y Cochram, 1938; Finlay y Wilkinson, 1963; Eberhart y Russell, 1966), multivariados (Mandel, 1971; Brennan *et al*., 1981; Crossa *et al*., 1990) y combinados (Plaisted y Peterson, 1959). Finlay y Wilkinson (1963), calcularon la regresión entre el rendimiento y el promedio de los genotipos probados en diferentes ambientes, introduciendo así el coeficiente de regresión y el rendimiento promedio. Eberhart y Russel (1966), basados en la propuesta de Finlay y Wilkinson (1963), propusieron un modelo que define los parámetros de una "variedad estable" como aquella que muestra un coeficiente de regresión igual a la unidad (β_i=1) y desviaciones de regresión igual a cero (S^2d_i=0); de donde se infiere que la "variedad ideal" además de ser estable, deberá tener una media genotípica (μ_i) máxima.

Los estudios de estabilidad en cultivares tipo guajillo se encuentran limitados en las zonas productoras. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar la adaptabilidad y estabilidad del rendimiento seco de dos híbridos y tres variedades de chile guajillo en cinco localidades del Estado de San Luis Potosí.

MATERIALES Y METODOS

En el año 2013, se evaluaron dos híbridos de cruza simple (HMG14E y HME14F) y tres variedades de polinización abierta (Don Luis, Don Ramón y VR-91) en cinco localidades del Estado de San Luis Potosí (Cuadro 1); estos materiales fueron generados y liberados por el INIFAP- CIRNE, C.E. San Luis. Los experimentos se condujeron bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. La unidad experimental estuvo formada por dos camas de 1.6 m de ancho por 5.0 m de largo, cada cama a doble hilera espaciadas a 0.35 m con arreglo topológico tres bolillos a 0.30 m entre plantas. La producción de plántulas se realizó en invernadero. La siembra se realizó en charolas de poliestireno blanco de 200 cavidades, utilizando peat-moss y vermiculita como sustrato, en la fertilización se tomó en cuenta el balance entre los nutrientes: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) a una proporción 4: 1: 4: 3: 1, respectivamente. El trasplante de los materiales

se realizó cuando las plántulas presentaban una altura de entre 7 a 12 cm y 3 a 4 pares de hojas verdaderas. En todas las localidades se empleó el sistema de fertirriego por goteo. Las parcelas establecidas en la localidad Soledad de Graciano Sánchez (S. G. S), se fertilizaron con la fórmula 180-90-00 dosificado en diez etapas durante el desarrollo del cultivo; el resto de las parcelas se fertilizaron de acuerdo a las posibilidades de cada agricultor cooperante. Para el control de insectos vectores de virus se empleó Imidacloprid siete días después del trasplante dirigido a la base del tallo a una dosis de 1 L ha^{-1}, Fipronil (0.25 L ha^{-1}) para el control del barrenillo del chile, Avermectina (0.5 L ha^{-1}) para el control de araña roja y minador de la hoja y Spinosad (0.4 L ha^{-1},) para el control de larvas de lepidópteros.

Cuadro 1. Localidades de San Luis Potosís donde se evaluaron cinco genotipos de chile guajillo durante el ciclo agrícola P-V 2013.

Localidad	**Temperatura**	**Precipitación**	**Altitud**	**Componente tecnológico**
	(°C)	**(mm)**	**(msnm)**	**AP**
Villa de Arista	21.8	204.6	1613	SI
Moctezuma	21.4	229.0	1587	NO
Villa de Ramos	18.8	208.6	1886	SI
S.G.S-1 CA	19.1	211.0	1838	SI
S.G.S-2 CM	19.1	211.0	1837	SI

S. G. S. = Soledad de Graciano Sánchez; AP = Acolchado plástico; CA = Cielo abierto; CM = Casa malla.

Los datos de rendimiento se analizaron mediante un análisis de varianza combinado (incluyendo los genotipos y ambientes como efectos fijos), al detectar significancia en la interacción genotipo-ambiente, se aplicó un análisis conjunto (a partir de los cuadrados medios del análisis por localidad) mediante la metodología de Eberhart y Russell (1966), el cual permite estimar los parámetros de estabilidad para cada genotipo a partir de sus coeficientes de regresión (β_i) y desviaciones de la regresión (S^2d_i). La comparación de medias se efectuó por el método de Tukey (p=0.05). Finalmente se procedió al ajuste de las medias varietales (Y_{ij}) las cuales fueron empleadas como ordenadas y los índices ambientales (I_j) como abscisas para la construcción de las rectas de regresión por cada genotipo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para la variable rendimiento seco, el análisis de varianza combinado mostro diferencias significativas entre genotipos (p=0.05), ambientes (p=0.01) y en la interacción genotipo-ambiente (p=0.05). En base a la suma de cuadrados totales, la mayor variación en la variable respuesta se debió al efecto ambiental (82.47%), mientras que en menor media a cuestiones genéticas (2.53%) y de interacción (5.63%). El elevado efecto ambiental indica que las localidades fueron contrastantes, mientras que el bajo efecto genético se debe a que los materiales evaluados no difieren considerablemente, por tener una misma base genética. El efecto de interacción demuestra que los genotipos tienen un comportamiento desigual en los diferentes ambientes probados, esto debido a la gran influencia que ejerce el ambiente sobre el rendimiento. Los porcentajes de variación pequeños documentados en las fuentes genotipos e interacción genotipo-ambiente se explican por el hecho como lo menciona Kuehl (1994) donde indica que las fuentes de variación simple y de interacción miden la variabilidad entre y no dentro (Cuadro 2).

El análisis conjunto de estabilidad indico que todos los genotipos tienen buena adaptación a los ambientes sometidos, por tener coeficientes de regresión estadísticamente iguales a la unidad ($\beta_i=1$); sin embargo, existieron diferencias significativas entre sus desviaciones de regresión, lo que indica que algunos materiales tienen un comportamiento predecible en su rendimiento ($S^2d_i=0$) en relación a la magnitud del índice ambiental, como los híbrido HMG14E, HMH14F y la variedad Don Luis; y otros, son inconsistentes, tal es el caso de las variedades Don Ramón y VR-91 ($S^2d_i\neq0$) (Cuadro 3 y 4).

Cuadro 2. Análisis de varianza combinado para el rendimiento seco en cinco genotipos de chile guajillo evaluados en igual número de ambientes en san Luis Potosí en el año 2013.

Fuente de variación	**Grados de libertad**	**Suma de cuadrados**	**%**	**Cuadrados medios**
Genotipos	4	7.1875205	2.537316321	1.7968801*
Ambientes	4	233.6193587	82.47158555	58.4048397**
Repeticiones	2	0.5661727	0.199868541	0.2830864 ns
Genotipo x Ambiente	16	15.9547191	5.632285734	0.9971699*
Error	48	25.9447733	9.158943859	0.5405161
R^2				0.908411

Coeficiente de Variación (%)	16.91401
Media	4.346680

Cuadro 3. Análisis de varianza conjunto para estimar parámetros de estabilidad en cinco genotipos de chile guajillo evaluados en igual número de ambientes bajo el modelo de Eberhart y Russell (1966).

Fuentes de Variación	**Grados de libertad**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrados medios**
Total	24	85.59	
Genotipo	4	2.40	0.60*
Residual	20	83.19	4.16
Ambiente (Lineal)	1	77.87	77.87
Genotipo x Ambiente (Lineal)	4	0.69	0.17**
Desviación Conjunta	15	4.63	0.31
HMG14E	3	0.48	0.16 ns
HMG14F	3	0.47	0.16 ns
Don Ramón	3	1.55	0.52**
Don Luis	3	0.70	0.23 ns
VR-91	3	1.44	0.48**
Error conjunto	40	20.90	0.52

Cuadro 4. Medias de rendimiento seco y parámetros de estabilidad en cinco genotipos de chile guajillo evaluados en igual número de ambientes bajo el modelo de Eberhart y Russell (1966).

Genotipo	**μ_i (t ha^{-1})**	**β_i**	**S^2d_i**
HMG14E	4.20 b	1.16 ns	-0.01 ns
HMG14F	4.33 b	0.93 ns	-0.02 ns

Don Ramón	4.19 b	0.96 ns	0.34**
Don Luis	4.07 c	0.91 ns	0.06 ns
VR-91	4.94 a	1.04 ns	0.30**

De acuerdo al criterio de Carballo y Márquez (1970), el hibrido HMG14E (4.20 t ha^{-1}) es susceptible de utilizarse en agricultura empresarial ya que responde favorablemente a buenos ambientes, es consistente y presenta un rendimiento relativamente máximo. La variedad Don Luis (4.07 t ha^{-1}) puede ser empleado en agricultura de temporal debido a que se comporta estable en ambientes desfavorables y además es consistente (Cuadro 4 y Figura 1).

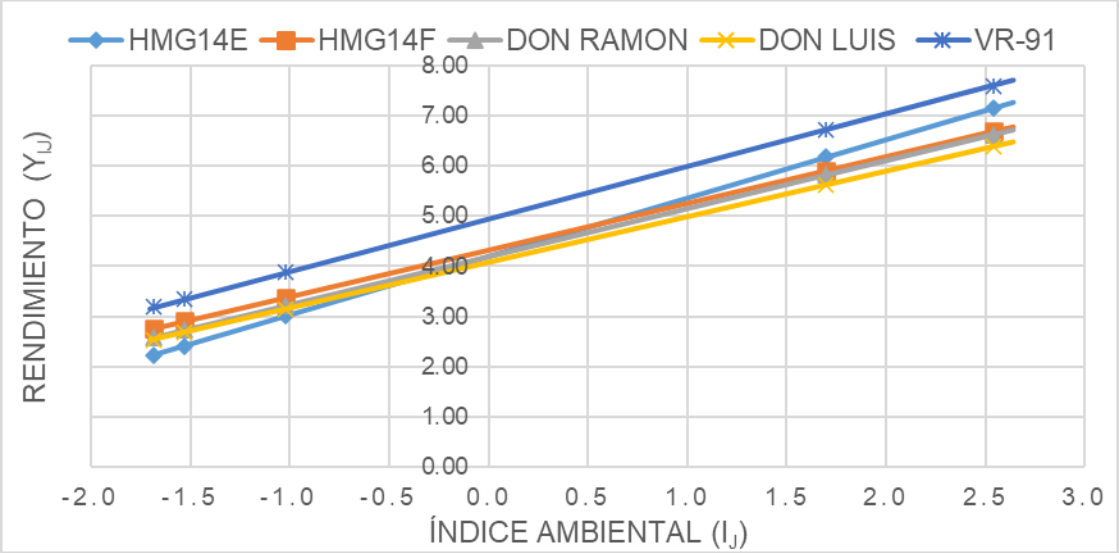


Figura 1. Respuesta de cinco genotipos de chile mirasol guajillo evaluados en igual número de ambientes en San Luis Potosí en el año 2013.

CONCLUSIONES

Los materiales híbridos HMG14E y HMG14F pueden ser considerados “genotipos ideales”, ya que además de cumplir con los parámetros de estabilidad presentan medias relativamente altas en rendimiento.

REFERENCIAS

Brennan, P. S., D. E. Byth, D. W. Draker, I. H. De Lacy, D. G. Butler. 1981. Determination of the location and number of test environments for a wheat cultivar evaluation program. *Austr. J. Res*. 32:189-201.

Carballo C. y Márquez S. 1970. Comparación de variedades de maíz del bajío y la Mesa central por su rendimiento y estabilidad. Agrociencia 5(1): 129-146.

Crossa, J., H. G. Gauch Jr., R. W. Zobel. 1990. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trails. *Crop Sci*. 30:493-500.

Eberhart S. and Russell W. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science 6: 36-40.

Finlay K. & Wilkinson G. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Australian Journal of Agriculture Research 14: 742-754.

Mandel, J. 1971. A new analysis of variance model for nonadditive data. *Technometrics* 13:1-18.

Plaisted, R. and Peterson, A. 1959. Technique for evaluatinfthe ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. *American Potato Journal*. 36: 381-385.

Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). (2019). Base de datos del SIAP-SADER. Recuperado el 3 de agosto de 2020 de https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430.

Yates, F. & W. G. Cochran. 1938. The analysis of groups of experiments. *J. Agric. Sci. (Cambridge) 28*:556–580.

Kuehl, R.O. 1994. Statistical principles of research design and analysis. Duxbury Press. CA, USA. 686 p.

EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GRADOS BRIX EN POBLACIONES NATURALES DE SOTOL (*Dasylirion spp.)* EN DURANGO, MÉXICO.

EVALUATION OF THE CONCENTRATION OF DEGREES BRIX IN NATURAL POPULATIONS OF SOTOL (*Dasylirion spp.*) IN DURANGO, MEXICO.

Julio C. Ríos-Saucedo[1], Rigoberto Rosales Serna[1], Pablo A. Dominguez-Martinez[1] Saúl Santana-Espinoza[1] y Donaji Sierra-Zurita[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Carretera Durango-Mezquital Km 4.5, C.P. 34170, Durango, Dgo.
****j_riossaucedo@hotmail.com***

RESUMEN

En Durango, la planta de sotol cumple una función ecológica importante, debido a la biomasa aportada a los suelos someros de lomeríos y con afloramiento rocoso, donde crece esta especie. El objetivo de este estudio fue determinar la concentración de grados Brix en poblaciones naturales de sotol. Para esto, dentro del municipio de Durango se ubicaron las poblaciones de sotol, se realizó un muestreo aleatorio y se seleccionaron individuos cubriendo tanto el rango de categorías diamétricas y de alturas de toda la población, a los individuos seleccionados se les midió la altura total (m), diámetro de roseta (m) y diámetro de macollo (cm), también del corazón de la piña se extrajo una viruta para determinar la concentración de grados Brix, Las variables dasométricas de las poblaciones natrales del sotol oscilaron en altura entre los (1.24 - 2.70 m), diámetro de roseta (1.20 - 2.40 m) y diámetro de macollo (9.0 – 35.5 cm). La concentración de grados Birx se reportó en un rango de 9.5 a 35°. De las variables estudiadas no se encontró una correlación directa en las variables altura y diámetro de roseta. La mayor relación fue en la variable diámetro de macollo ya que al incrementar el diámetro de esta variable más concentración en grados Brix. El sotol presenta una amplia variabilidad en su composición química que pueden participar en el proceso de fermentación natural o espontanea, así como la gran diversidad de especies de sotoles utilizados.

ABSTRACT

In Durango, the undergrowth plant fulfils an important ecological function, due to the biomass provided to the shallow soils rolling and with rocky outcrop, where this species grows. The objective of this study was to determine the concentration of Brix degrees in natural populations of sotol, For this within the municipality of Durango the populations of sotol were located. For this, within the municipality of Durango, the sotol populations were located, a random sampling was carried out and individuals were selected covering both the range of diametric categories

and heights of the entire population, the selected individuals were measured in total height (m), rosette diameter (m) and macollo diameter (cm), also in the heart of the pineapple a chip was extracted to determine the concentration of Brix degrees, The dasometric variables of the natural populations of Sotol ranged in height between (1.24 - 2.70 m), rosette diameter (1.20 - 2.40 m) and macollo diameter (9.0 - 35.5 cm). Concentration of degrees Birx was reported in a range of 9.5 to 35[. Of the variables studied, no direct correlation was found in the variables rosette height and diameter. The largest ratio was in the variable macollo diameter, since the largest were those that obtained the highest concentration in Brix degrees. The largest ratio was in the variable macollo diameter, since the largest were those that obtained the highest concentration in Brix degrees. he undergrowth presents a wide variability in its chemical composition that can participate in the process of natural or spontaneous fermentation, as well as the great diversity of species of undergrowth used.

INTRODUCCIÓN

En el norte de México, se conoce con el nombre genérico de sotol (*Dasilyrion* spp.) a un grupo de especies rosetófilas de importancia ecológica e industrial en Durango y otras entidades ubicadas en el desierto Chihuahuense (Sierra *et al*., 2008). La comercialización del sotol aporta recursos económicos a los habitantes de áreas marginadas del norte-centro de México, en las cuales se utilizan las poblaciones naturales de varias especies de plantas para abastecer los requerimientos de la industria (Sierra *et al*., 2008). Existen diferentes tecnologías para la modelación de los nichos ecológicos, como es el caso del programa Maxent, el cual se ha utilizado con éxito en el estudio de poblaciones vegetales y animales (Phillips *et al*., 2004; Phillips *et al*., 2006; Becerra *et al*., 2014; Cerda *et al*., 2018; Rosales *et al*., 2018).

En la actualidad esta especie, tiene una importancia económica creciente por la producción de una bebida alcohólica llamada “sotol” y con denominación de origen para los estados de Coahuila, Chihuahua y Durango. la calidad de esta bebida está fuertemente relacionada con la concentración de grados Brix. Estos, representan una escala arbitraria para medir densidades de soluciones de azúcares y equivalen al porcentaje en peso de sólidos solubles de una muestra, que principalmente son azúcares. Su determinación se realiza con un refractómetro o con un hidrómetro (Considine, 1982 y Baduí, 1988). Con el refractómetro se determina el índice de refracción de un haz de luz que atraviesa el en el cual se encuentran los azúcares. El hidrómetro usado para determinar los grados Brix se llama sacarímetro y su uso, según Pomeranz (1982), “está basado en el principio de que un cuerpo desplaza el líquido igual a su peso en el cual éste flota. El peso del líquido desplazado es igual al producto de su volumen y densidad. Existen estudios recientes de la concentración de grados Brix en

Agave tequilana (tequila) y *Agave durangensis* (mezcal) tanto en plantaciones comerciales como en poblaciones naturales. Pero poco se sabe de la concentración de estos azucares en *Dasylirion spp.* (sotol). Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue determinar la concentración de grados Brix en poblaciones naturales de sotol con fines de aprovechamiento industriales.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el ejido La Tinaja, municipio de Durango, ubicado en la región centro-sur del Estado de Durango, entre las coordenadas geográficas extremas: al Norte 24º 26'; al Sur 23º 29', al Este 104º 06' y al Oeste 105º 34'. El ejido se encuentra en la provincia fisiográfica III, denominada Sierra Madre Occidental, y dentro de éste se localizan tres subprovincias: Sierras y 2 Llanuras de Durango, Gran Meseta y Cañadas Duranguenses y Mesetas y Cañadas del Sur. Su geología es su mayoría está ocupada por rocas ígneas extrusivas básicas y ácidas.

Para el muestreo y toma de datos, se ubicaron las poblaciones de sotol dentro del ejido, posteriormente se georreferencio cada sitio de muestreo, se realizó un muestreo al azar, seleccionando individuos, cubriendo tanto el rango de categorías diamétricas y de alturas de toda la población.

En la toma de datos de los individuos muestreados, se tomó el método del vecino más cercano, que consiste en transectos lineales de 200 m, ubicando un individuo y los cuatro más cercanos, esto en dirección Norte, Este, Sur y Oeste. Las variables dasométricas de las plantas muestreadas fueron; Altura total, diámetro de roseta y diámetro de macollo.

La determinación de grados Brix, consistió en deshojar una sección de la piña o macollo del sotol con un machete o tijeras de podar, después con un taladro pressler (equipo forestal para determinar edad en pinos) se extrajo material fresco del corazón del macollo, para después con un exprimidor sacar el jugo y colocar dos gotas en el refractómetro y registrar la lectura en grados°. Los datos fueron analizados con estadística inferencial y descriptiva, sometiendo los datos a un análisis de varianza ($P \leq 0.05$), prueba de medias de Tukey y desviaciones estándar, error típico y promedios, todos con el paquete estadística Statistical Analysis System (SAS® 9.2).

RESULTADOS Y DISCUSÓN

Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), en las variables dasométricas en relación a la concentración de grados Brix, Aquí se puede observar que hay variación marcada en la concentración de grados Brix tanto por categoría en altura, diámetro de roseta y diámetro de macollo, a mayor diámetro de macollo mayor (35.5 cm) concentración de grados Brix (35°) (Cuadro 1). El contenido grados Brix en las poblaciones de sotol en el estado de Durango son

aceptables en relación a otras especies productoras de bebidas alcoholicas como es el agave *Agave tequilana* Weber, Bautista *et al*. (2001), reportaron intervalos en las concentraciones de grados Brix de 25 a 30° y se clasifican como de buena calidad, según Granados (1993) y Téllez (1998).

Cuadro 1. Concentrado de los estratos de las poblaciones naturales de sotol en categorías por altura, diámetro de roseta y diámetro de macollo con relación a la concentración de grados Brix.

Estrato	H(m)	DR(m)	DM(cm)	° Brix
1	1.24	1.20	9.00	25.00
2	1.65	1.35	13.30	17.50
3	1.57	1.35	14.40	15.10
4	1.70	1.60	15.00	15.10
5	1.40	1.60	15.70	9.50
6	1.55	1.50	17.00	21.00
7	1.80	1.70	20.70	20.00
8	1.50	1.60	21.60	31.00
9	1.75	1.70	25.00	14.00
10	2.70	2.40	35.50	35.00

Donde: H = Altura total, DR= Diámetro de roseta, DM= Diámetro de macollo.

La altura total en las poblaciones muestreadas, se presenta de manera homogénea no excediendo los 3 metros de altura, hay individuos con diferencia de altura entre 1.5 y 2.7 m pero con su concentración de grados Brix similar (30° y 35°), en un rango de 1.24 a 2.7 metros se pudo observar que la altura no está relacionada con la concentración de grados Brix debido a que se encontraron individuos con tallas chicas y con concentración altas de ° Brix.

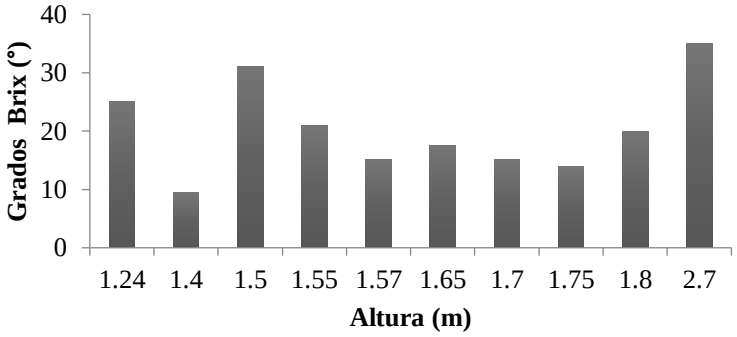


Figura 2. Relación altura-concentración de grados Brix en estratos de poblaciones naturales de sotol.

Este comportamiento sin una tendencia clara en la variable altura está relacionada con el tamaño de muestra, ya que se ha demostrado que al incrementar el tamaño de la muestra reducimos el error o desviación estándar y con esto se podría descartar que la altura no influye directamente en la concentración de grados Brix.

El diámetro de roseta oscilo entre 1.2 a 2.4 m, sin mostrar diferencias significativas entre estratos, se pudo apreciar estratos con diámetros de rosetas menores entre 1.2 a 1.5 m con concentraciones de hasta 25° Brix (Figura 3). Sin embargo, se aprecia una tendencia positiva en la relación diámetro de roseta-concentración de grados Brix, los individuos

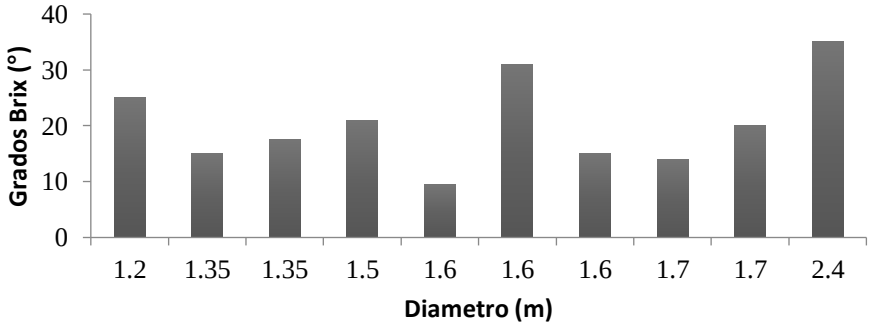


Figura 3. Relación diámetro de roseta-concentración de grados Brix en estratos de poblaciones naturales de sotol.

Según García (2007), menciona que una roseta en sequías prolongadas depende del volumen de agua y de los carbohidratos almacenados durante la época favorable. Asimismo, en época seca el agua almacenada ayuda a mantener las reacciones bioquímicas y la apertura de

estomas para la asimilación de carbono (CO2), aun en condiciones prolongadas de sequía, que pueden durar hasta siete años.

En la Figura 4, podemos observar que el diámetro de macollo oscilo entre los 9 a 25 cm, lo cual nos indica una población heterogénea con individuos jóvenes y adultos, típico de las poblaciones bajo aprovechamiento, la relación concentración de grados Brix-Diámetro de macollo es positiva, individuos con mayor diámetro de macollo (35.5 cm) presentan mayor concentración de grados Brix.

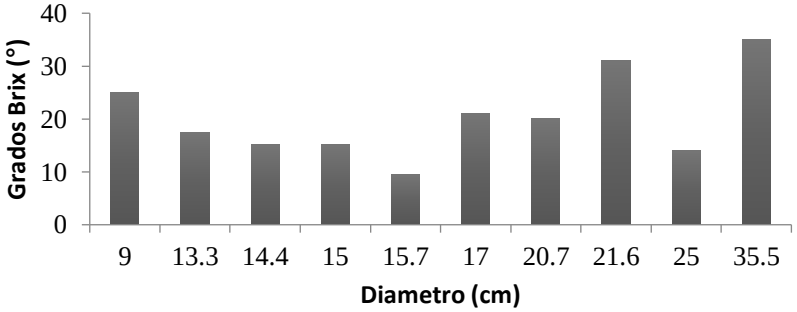


Figura 4. Relación diámetro de macollo-concentración de grados Brix en estratos de poblaciones naturales de sotol.

Resultados similares reportearon en un estudio realizado en agave donde la fuerte variabilidad en fenotipo, peso de piña y contenido de azúcares reductores totales (ART) fue sifnificativa. Las piñas con peso de 102, 114, 126, 138, 150, 185, y 233 kg reportaron concentración entre 32 y 58 ° Brix. Por otra parte, la localidad fue otro de los factores influyentes en la concentración de azucares. la mayor concentración de azúcares reductores se obtuvo para las plantas desarrolladas fue en el ejido Los Olagues con un 22.5 % y para el Ejido Ojitos de Moreno con concentraciones de 22.29 % (Tapia, 2019).

Según la investigación de Tapia (2019). Las industrias tequileras, mezcalera y de fructosa tienen un futuro prometedor si logran resolver su problema de productividad. La producción de tequila, en México, la realizan en su mayoría pequeños productores, que al tener poca tecnificación en su producción y fábricas obtienen bajos rendimientos.

CONCLUSIONES

De las variables estudiadas no se encontró una correlación directa en las variables altura y diámetro de roseta en la concentración de grados Brix ya que se encontraron individuos con tallas menores y concentración de grados Brix altas. La mayor relación fue en la variable diámetro de macollo ya que las de mayor talla fueron las que obtuvieron más concentración en grados Brix. El sotol presenta una amplia variabilidad en su composición química que pueden participar en el proceso de fermentación natural o espontanea, así como la gran diversidad de especies de sotoles utilizados, también por el proceso reposo o añejamiento y la falta de estandarización de los procesos y por ser en su mayoría conducidos por sistemas tradicionales, involucra que no existan estudios concretos sobre un proceso o producto específico que permita la mejora de las etapas de producción.

REFERENCIAS

Baduí, D. S. 1988. Diccionario de Tecnología de los Alimentos. Ed. Alhambra. México, D. F. ISSN 78-84-200-1162-2 pp. 65. Doi 10.2514/78-84-200-1162-2.1988.47723, http://www.sidalc.net/cgibin.

Bautista J. M., García O. L., Salcedo H. I. y Parra N. L.A. 2001. Azucares en agaves (Agave tequilana Weber) cultivados en el estado de Guanajuato. Acta Universitaria, volumen 11, número 1. Guanajuta, Gto. pp 7.

Becerra L., J. L., U. Romero M., J. D. Andón H., y C. García de la P. 2014. Modelo de nicho potencial de madrigueras de *Gopherus flavomarginatus* en la reserva de la biosfera de Mapimí. Revista Mexicana de Biodiversidad 85(2): 523-531.

Cerda H., I. M., S. Hernández D., M. H. Reyes V., N. Mayek P., and J. M González P. 2018. Effect of climate change on the potential distribution of four wild bean (*Phaseolus* spp.). Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 61(1): 167-168.

Considine, M. D. y G. D. Considine. 1982 Van Nostrand Reinhold Company, Ed. Foods and Food Production Encyclopedia Inc. New York, U. S. A., ISBN 0442251610. 418p.Doi.org./10.1826foods.1982.16.04.https://www.abebooks.com/book-search /title/van-nostrand%27s-scientific-encyclopedia/.

García-Mendoza, A. 2007. Los agaves de México. Ciencias, Universidad Autónoma de México. 087 ISNN 1405-6550: 14-23. https://www.revistaciencias.unam.mx/ Images /stories/Articles/87/02/Los%20agaves % 20de%20Mexico.pdf.

Granados, S. D. 1993. Los Agaves en México. Universidad Autónoma de Chapingo. México pp. 112 y 113.

Phillips S., J., M. Dudík, and R. E. Schapire. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. *In:* Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning, ACM Press, New York. p. 655-652.

Phillips, S. J., R. P. Anderson and R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190 (3-4): 231-259.

Pomeranz, Y. and C. E. Meloan. 1982. Food Analysis: Theory and Practice. AVI Publishing Company, INC. Westport, ISSN 978-1-4615-6998-5 ,Connecticut, U. S. A. pp. 379 y 380. . Doi 10.6351/2007-3127.2011.52133, https://www.springer.com/gp/ Book/9781461569985.

Rosales S., R., I. M. Cerda H., J. C. Ríos S., P. Domínguez M., y R. Jiménez O. 2018. Actualización preliminar de la superficie invadida por jarilla en diferentes ecosistemas de Durango. Memoria de la 30 Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Dgo. pp. 886-892.

SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT 9.2 user's guide. North Carolina: SAS Institute Cary, NC.

Sierra T., J. S., C. R. Lara M., R. Carrillo R., A. Mendoza C., C. R. Morales N., y M. H. Royo M. 2008. Los sotoles (*Dasylirion* spp.) de Chihuahua. Folleto Técnico Núm. 20. CIRNOC-Sitio Experimental La Campana-Madera. Chihuahua, Méx. 49 p.

Tapia, J. A. A. 2019. Composicíon, estructura y dinámica de la microbiota durante la fermentación de jugo de agave para la producción de tequila. Tesis Doctoral, UAQ, Facultad de Quimica, Queretaro, Qro. 94 p.

Téllez, M. P. 1998. El Cocimiento, una Etapa Importante en la Producción del Tequila. Bebidas Mexicanas 7(1) 19-20 p.

LA CAOLINITA REDUCE EL ESTRÉS TÉRMICO EN EL RENDIMIENTO DE GRANO DE MAÍZ

CAOLINITE REDUCES THERMAL STRESS ON MAIZE GRAIN YIELD

Oralia Antuna Grijalva[1], Armando Espinoza Banda[1], Jorge Quiroz Mercado[1], y Aidé Hernández Hernández[2]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Periférico "Raúl López Sánchez" km 2. Torreón, Coahuila. CP. 27054, [2]Instituto Tecnológico Superior de Guasave. Carretera a Brecha, S/N, Ej. Burrioncito, C.P. 81149, Gusave, Sinaloa. e-mail: oantuna_77@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la aplicación química con respecto al estrés térmico en el rendimiento de grano en maíz. La investigación se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. El material genético consistió en cuatro híbridos comerciales de maíz de ciclo intermedio. La parcela experimental consistió en 5 surcos de 5 m de longitud con una distancia de 0.75 m entre surco y surco, con tres repeticiones y un testigo. Para el tratamiento con caolín se utilizó el producto comercial Surround® WP se aplicado con una dosis del 5% de producto cada ocho días y se suspendió antes de iniciar el período de antesis. Se mideron las variables de floración femenina y masculina, altura de planta, altura de mazorca y rendimiento de grano. El RG presento una disminución en el tratamiento químico, en las parcelas sin tratamiento se presentó una mayor expresión de esta variable, probablemente fue que la aplicación del silicato impidió la captura de radiación y redujo la tasa fotosintética provocando una disminución en el rendimiento de grano.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the effect of chemical application with respect to thermal stress on grain yield in maize. The research was carried out in the experimental field of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. The genetic material consisted of four commercial hybrids of intermediate-cycle maize. The experimental plot consisted of 5 plots of 5 m in length with a distance of 0.75 m between plots, with three repetitions and a witness. For treatment with kaolin the commercial product Surround was used® WP was applied with a dose of 5% product every eight days and was discontinued before the start of the anthesis. Female and male flowering variables, plant height, cob height and grain yield were measured. The RG had a decrease in chemical treatment, in untreated plots there was

a greater expression of this variable, it was probably that the application of silicate prevented the capture of radiation and reduced the photosynthetic rate causing a decrease in grain yield.

INTRODUCCION

En condiciones de campo, el maíz se adapta a las variaciones diarias de la temperatura, en un rango térmico que le permite su desarrollo y crecimiento (Bunting *et al*., 1982). Sin embargo, también puede estar sometido a temperaturas extremadamente elevadas que exceden las temperaturas óptimas y que pueden resultar estresantes. Los niveles de daño ocasionados van a depender, al igual que para otros estreses, de la intensidad, la duración y del momento de ocurrencia.

El problema causado por las altas temperaturas en las plantas es algo que afecta a muchos países, debido a esto se busca una solución a este problema se a llevó a cabo pruebas que demuestran que con el uso de protectantes solares, se aumenta el rendimiento comercial hasta en un 30%, reduciendo el descarte y fomentando la producción de mayores rendimientos, además, reduce el daño solar hasta un 40% y mejoran la calidad de los cultivos con frutos más grandes y de mejor color, reduce el estrés de la planta entre 20 a 60% y, al mismo tiempo mejora el uso del agua disponible (Purfresh, 2010). Considerando lo anterior, es importante generar información técnica sobre protectantes solares y su efecto en la producción; por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la aplicación química con respecto al estrés térmico en el rendimiento de grano en maíz.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, localizada entre los paralelos 25º33’00” de latitud norte y entre los 102º y 103º40` de latitud oeste del meridiano de Greenwich a una altitud de 1.100 a 1.400 msnm, (Santamaría *et al.,* 2006). El material genético consistió en cuatro híbridos comerciales de maíz de ciclo intermedio. La parcela experimental consistió en 5 surcos de 5 m de longitud con una distancia de 0.75 m entre surco y surco, con tres repeticiones y un testigo. Para el tratamiento con caolín se utilizó el producto comercial Surround® WP se aplicado con una dosis del 5% de producto cada ocho días y se suspendió antes de iniciar el período de antesis. Se mideron las variables de floración femenina y masculina, altura de planta, altura de mazorca y rendimiento de grano.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se encuentran los cuadrados medios obtenidos del análisis de varianza, así como las significancias estadísticas (P≥0.05 y P≥0.01) para las variables de floración masculina (FM), floración femenina (FF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), y altura de planta (AP) en la fuente de variación híbridos (Híb).

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de variables agronómicas.

FV	gl	FM	FF	AM	AP	RG
Rep(Hib)	8	0.70ns	39.0ns	0.005ns	0.004ns	1.54ns
Hib	3	42.94**	157.61*	0.18**	0.25**	1.10ns
Trat	1	0.16ns	42.66ns	0.0003ns	0.0001ns	8.61*
Hib*Trat	3	1.16ns	37.66ns	0.006ns	0.0005ns	1.41ns
Error	8	1.04	38.41	0.0098	0.041	1.42
Total	23					
CV (%)		1.55	8.84	9.03	3.56	17.85

FV= Fuentes de variación, gl= grados de libertad, FM= Floración masculinas, FF= Floración femeninas, AM= Altura de mazorca, AP= Altura de planta y RG= Rendimiento de grano.

En rendimiento de grano (RG) se presentó diferencias estadísticas (P≥0.05) para los tratamientos (Trat), contrario al resto de las variables ya que estas señalan un comportamiento similar en el análisis de varianza al indicar los cuadrados medios efectos no significativos (P≤0.05).

No se presentó interacción en la fuente de variación Rep/Híb e Híb*Trat ya que no hubo diferencias significativas (P≤0.05 y P≤0.01) en ninguna de las variables evaluadas.

Los porcentajes de los coeficientes de variación (CV) en el análisis de varianza oscilaron de 17.84% a 1.55%, los cuales se consideraron aceptables de acuerdo con Martínez (1994) quien señala que los coeficientes de variación (CV) en experimentos uniformes de maíz, trigo y caña de azúcar no deben de exceder del 20%.

Comportamiento promedio de tratamientos

En la comparación de medias (Cuadro 2) se formó un solo grupo indicando que no se presentó diferencias en la respuesta a la aplicación de caolinita.

Cuadro 2. Comportamiento promedio de tratamiento químico en variables agronómicas

TRAT	FM	FF	AM	AP	RG
Ct	65.83a	71.41a	1.09a	2.01a	6.08a
St	65.66a	68.75a	1.10a	2.02a	7.28a
DMS	0.96	5.83	0.09	0.06	1.12
MEDIA	65.75	70.08	1.09	2.02	6.68

TRAT= Tratamiento, Ct= Con tratamiento, St= Sin tratamiento, FM= Floración masculinas, FF= Floración femeninas, AM= Altura de mazorca, AP= Altura de planta y RG= Rendimiento de grano.

La floración masculina (FM) y la floración femenina (FF) fueron similares en las parcelas con tratamiento y sin tratamiento. Se presentó la FM a los 65.83 dds y en FF a los 71.41 dds en parcelas con aplicación química y en las parcelas sin tratamiento a los 65.66 dds en FM y a los 68.75 dds en FF.

Se podría asumir que los híbridos permitieron una adaptación y tolerancia a las altas temperaturas al mantener su capacidad de producir y mantener la cantidad de polen viable, coincidiendo estos resultados con Porch y Jahn (2001) y Firon *et al*., (2012) quienes demostraron en genotipos tolerantes de tomate y frijol, capaces de mantener la dehiscencia de las anteras, mayor viabilidad del polen y menor aborto floral, lo que dio como resultado mayores rendimientos en ambientes de alta temperatura.

Con relación a las alturas de planta (AP) y de mazorca (AM) se registraron valores de 1.09 m en AM y de 2.0 en AP en las parcelas con tratamiento químico. En las parcelas sin tratamiento la AP fue de 2.02 m y en AM 1.10 m, aunque no se presentaron diferencias entre los tratamientos este parámetro es de importancia ya que determina el grado de desarrollo del área foliar y el tamaño final de la planta (Fassio, 1998).

El rendimiento de grano (RG) no presento diferencias estadísticas, pero matemáticamente se observó una disminución en el tratamiento químico ya que se

obtuvo un rendimiento de 6.08 t ha^{-1} y en las parcelas sin tratamiento el rendimiento fue mayor la mayor expresión de esta variable con valor de 7.28 t ha^{-1}. Este efecto probablemente fue que la caolinita impidió la captura de radiación y redujo la tasa fotosintética provocando una disminución en el rendimiento de grano.

Comportamiento promedio de híbridos

La dinámica de floración (Cuadro 3) presento un comportamiento diferente entre los híbridos, al registrarse significancia estadística (P<0.05).

El híbrido 4 presento un retraso en la floración masculina (FM) con 69.70 dds y floración femenina (FF) 76.16 dds, el híbrido 2 presento una mayor acumulación de días a floración femenina (FF) con 72 dds. En el resto de los híbridos la floración masculina oscilo de 63.16 dds a 65.33 y la floración femenina (FF) fueron los días a floración de 64.33 a 67.33.

La mayor acumulación de días a floración en los híbridos fue tal vez debido a que el silicato forma una película de finas partículas que actúan como barrera física.

En altura de planta (AP) y altura de mazorca (AM) todos los híbridos presentan diferencias entre sí (nivel del 0,05).

La media general entre los híbridos para altura de planta (AP) presenta un valor de 2.02 m. El valor máximo de altura de planta (AP) fue en el híbrido 2 con 2.26 m. seguido por el híbrido 4 con 2.06 m. Los híbridos con menor altura fueron el 1 y 3 con 1.77 m y 1.97 cm respectivamente.

La altura de inserción de la mazorca (AM) presento un valor promedio de 1.09 m, donde los híbridos 2 y 4 superaron al valor medio observado.

Estos híbridos destacaron también por superar al resto ya que tuvieron una altura de mazorca de 1.31 m y 1.13 m. Los valore más bajos fueron en este parámetro medido lo presentaron el híbrido 1 (0.88 cm) y el híbrido 3 (1.05 m).

En general no se vieron afectados estos caracteres ya que las altas temperaturas pueden provocar desórdenes fisiológicos como el “achaparramiento”, un enanismo asociado al poco desarrollo del follaje y a floración temprana, con emisión de tallos florales débiles (Vallejo y Estrada, 2004).

En rendimiento de grano (RG) no hubo diferencias estadísticas en los híbridos (P>0.05). El híbrido 1 fue el de mayor expresión con 7.22 t ha^{-1}. El rendimiento de grano (RG) se vio reducido en los híbridos 2, 3 y 4 con 6.6 t ha^{-1}, 6.68 t ha^{-1} y 6.17 t ha^{-1} respectivamente.

Esto fue debido tal vez a la falta de fecundación y desarrollo del grano en la mazorca probablemente como consecuencia de una desecación de estigmas, granos de polen y aborto de granos (Bassetti y Westgate, 1993; Suzuki et al., 2001; Wilhelm et al., 1999).

Cuadro 3. Comportamiento promedio de híbridos

HIB	FM	FF	AM	AP	RG
1	65.33b	67.83ba	0.88c	1.77c	7.22a
2	65.00cb	72.00ba	1.31a	2.26a	6.66a
3	63.16c	64.33b	1.05bc	1.97b	6.68a
4	69.50a	76.16ª	1.13ba	2.06b	6.17a
DMS	1.88	11.45	0.18	0.13	2.20
MEDIA	65.75	70.08	1.09	2.02	6.68

HIB= Híbridos, FM= Floración masculinas, FF= Floración femeninas, AM= Altura de mazorca, AP= Altura de planta y RG= Rendimiento de grano.

CONCLUSIONES

Se presentaron diferencias estadísticas entre los híbridos en las variables de FM, FF, AM, AP. En los tratamientos solo RG presento diferencias estadísticas. No se presentó diferencia estadística en el tratamiento químico y el manejo convencional de loshíbridos. El RG presento una disminución en el tratamiento químico, en las parcelas sin tratamiento se presentó una mayor expresión de esta variable, probablemente fue que la aplicación del silicato impidió la captura de radiación y redujo la tasa fotosintética provocando una disminución en el rendimiento.

REFERENCIAS

Bassetti, P., & Westgate, M. E. (1993). Water deficit affects receptivity of maize silks. Crop Science, 33(2), 279-282.

Bunting, A. H., Dennett, M. D., Elston, J., & Speed, C. B. (1982). Climate and crop distribution. Food, nutrition and climate/edited by Sir Kenneth Blaxter and Leslie Fowden.

Fassio, A. (1998). Maíz. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Firon, N., Nepi, M. y Pacini, E. (2012). El estado del agua y los procesos asociados marcan etapas críticas en el desarrollo y funcionamiento del polen. Manuales de Botánica, 109 (7), 1201-1214.

Martínez Garza, A. (1994). Experimentación agrícola: Métodos estadísticos. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo (México)

Porch, TG y Jahn, M. (2001). Efectos del estrés a altas temperaturas sobre la microsporogénesis en genotipos sensibles al calor y tolerantes al calor de *Phaseolus vulgaris*. Plant, Cell & Environment , 24 (7), 723-731.

Purfresh. (2010). Efecto de protectantes solares en plantas. (En Línea). Consulta el 28 de febrero de 2011. Disponible en: http://www.purfresh.com.

Santamaría, C.L. A.M. Caicedo. E.B. Quijano 2006. Manejo de los cultivos del sorgo y maíz. Ibague.

Suzuki, K., Tsukaguchi, T., Takeda, H., & Egawa, Y. (2001). Decrease of pollen stainability of green bean at high temperatures and relationship to heat tolerance. Journal of the American Society for Horticultural Science, 126(5), 571- 574.

Vallejo, F., & Estrada, S. (2004). Producción de hortalizas de clima cálido. Universidad Nacional de Colombia. Feriva. Palmira.

Wilhelm, E. P., Mullen, R. E., Keeling, P. L., & Singletary, G. W. (1999). Heat stress during grain filling in maize: effects on kernel growth and metabolism. Crop science, 39(6), 1733-1741.

EFECTO DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ZINC (NPS ZNO) EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Capsicum chinense*

EFFECT OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES (ZNO NPS) ON THE GERMINATION AND GROWTH OF SEEDLINGS OF *Capsicum chinense*

Flores González Jorge[1], Ruiz Torres Norma A[1], Flores Naveda Antonio[1], Camposeco Montejo Neymar[1] y García López Josué I[1]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, Saltillo, Coahuila 25315, México
***Autor para correspondencia: g.lopezj90@gmail.com**

RESUMEN

En esta investigación se determinó el impacto de nanopartículas de óxido de zinc (NPs ZnO) en la de germinación y vigor de las semillas de *Capsicum chinense*. Como modelo de respuesta, se utilizaron semillas de chile habanero (*C. chínense*) para evaluar los efectos de las NPs ZnO a concentraciones de 0, 100, 200, 300 y 400 mg L^{-1} en la germinación y el vigor de las semillas. Los resultados indicaron que las concentraciones a 100 y 200 mg L^{-1} estimularon el vigor y la germinación, además de incrementos en la acumulación de matera seca (PS), mientras que las concentraciones más elevadas (300 y 400 mg L^{-1}), afectaron el desarrollo de los parámetros asociados con la calidad fisiológica de las semillas.

ABSTRACT

In this research, the impact of zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs) on the germination and vigor of *Capsicum chinense* seeds was determined. As a response model, habanero pepper seeds (*C. chínense*) were used to evaluate the effects of ZnO NPs at concentrations of 0, 100, 200, 300 and 400 mg L^{-1} on the germination and vigor of the seeds. Results indicated that the concentrations at 100 and 200 mg L^{-1} stimulated vigor and germination, as well as increases in the accumulation of dry matter (PS), while the highest concentrations (300 and 400 mg L^{-1}), they affected the development of the parameters associated with the physiological quality of the seeds.

INTRODUCCIÓN

La nanotecnología (NT) se enfoca al diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas a nano escala (menos de 100 nm) (Walker y Bucher, 2009). Cualquier material, cuando está a escala nanométrica presenta nuevas propiedades que son diferentes a las de los materiales convencionales, debido a su pequeño tamaño y elevada relación superficie volumen, expresada en mayor reactividad química y energía superficial,

con alta movilidad en el cuerpo de un organismo incluyendo la entrada celular (Yank y Vardar, 2015).

La NT desempeña un papel importante en la formulación de productos con ingredientes activos de tamaño nanométrico, que permiten un aumento de la productividad agrícola. Actualmente, se está desarrollando una variedad de nanopartículas metálicas tales como el hierro (Fe), el cobre (Cu), la plata (Ag), el zinc (Zn) y los polímeros a base de óxido metálico, incluyendo óxido de zinc (ZnO), dióxido de titanio (TiO_2) y los nanotubos de carbono (NTc), para usos agrícolas, ya que tienen el potencial de utilizarse como fertilizantes (Liu y Lal, 2015). Entre los diversos metales, las NPs de ZnO desempeñan un papel muy importante en los procesos bioquímicos, fisiológicos y anatómicos de las plantas (Zafar *et al.,* 2016).

El Zn es considerado un micronutriente esencial para el crecimiento y la mejora en el desarrollo de las plantas, ya que desempeña la posición más importante en varias rutas metabólicas, participando en el metabolismo de hormonas al regular el nivel de auxinas a través de la síntesis de aminoácido triptófano y es esencial para activar varias enzimas como el superóxido dismutasa y deshidrogenasas (Narendhran *et al.,* 2016). A la fecha, las NPs ZnO encuentran una gran diversidad de aplicaciones, tales como filtros solares, productos de cuidado personal, electrodos, iosensores y en la producción de alimentos. Por otra parte, se ha señalado que la aplicación de NPs ZnO incrementa la germinación y el vigor de las semillas (Burman *et al.,* 2013). El efecto positivo de las NPs ZnO en las plantas incluye un mayor porcentaje de germinación, incremento en la longitud de plúmula y radícula, mayor acumulación de biomasa, debido a una mayor actividad fotosintética (Razzaq *et al.* 2015). El efecto de las NPs ZnO depende de las concentraciones y varía de planta a planta (Elizabath *et al.,* 2017); sin embargo, la información relacionada con el efecto de las NPs ZnO en la germinación de semillas de chile habanero es casi inexistente. Por lo anterior, este trabajo determinó el impacto de las NPs ZnO puras en la germinación y el vigor de semillas de *C. chinense*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de las NPs ZnO

La morfología y microestructura de las NPs ZnO se examinaron mediante microscopía electrónica de transmisión convencional y de alta resolución (TEM y HRTEM) y difracción de electrones de área seleccionada (SAED) usando un microscopio (FEI-TITAN 80–300kV, Fisher Scientific, Hillsboro, OR, USA), operado a una tensión de aceleración de 300 kV. Las micrografías TEM y HRTEM se procesaron por medio del software de transformación rápida de Fourier (Digital Micrograph 3.7.0, Gatan Software, Pleasanton, CA, USA).

Material genético

La variedad de *Capsicum chinense* utilizada fue Kisin del CICY, la cual se caracteriza por tener frutos de color rojo cuando está en la etapa de maduración y de color verde tenue cuando está inmaduro; con un peso promedio de 13.81 g y de tres a cuatro lóculos, con una pungencia de 670 325 SHU en la escala Scoville.

Características de las NPs ZnO

La caracterización morfológica y estructural de las NP de ZnO utilizadas en este estudio ha sido reportado previamente por García-López *et al.* 2018. Específicamente, la mayoría de las partículas (75%) tenían diámetros de 12 a 24 nm, y el 30% mostró tamaños mayores a 12 nm y menores a 20 nm.

Preparación de las suspensiones con NPs ZnO

Para la preparación de las suspensiones con NPs ZnO, se generó una solución madre de 2000 mg L^{-1}, preparada en agua desionizada estéril y dispersada con un sonicador de sonda (Q500-110, Qsonica, Newtown, CT, USA), durante 25 min. La suspensión se diluyó y se usaron alícuotas de 100, 200, 300 y 400 mg L^{-1}.

Germinación de semillas y crecimiento de plántulas

Para el establecimiento del ensayo, las semillas se contaron en lotes de 100 por tratamiento, se usaron pinzas de disección para colocar las semillas en placas de Petri sobre dos capas de papel de filtro (Whatman, diámetro 90 mm). Los tratamientos utilizados fueron los siguientes: control (T1, agua destilada), 100 mg L^{-1} (T2), 200 mg L^{-1} (T3), 300 mg L^{-1} (T4) y 400 mg L^{-1} (T5) de suspensiones con NPs ZnO. Los tratamientos se aplicaron una vez durante la etapa de imbibición con una pipeta (PIPETMAN Classic 1–10mL, Gilson, Middleton, WI, EE. UU.). De las suspensiones con NPs ZnO, se agregaron diez mililitros a las concentraciones mencionadas anteriormente para cada tratamiento. Las semillas se colocaron durante 72 h en una cámara de prueba Lab-line Instruments a 25 °C ± 2 °C con un fotoperíodo de 16 h de luz y 8 h de oscuridad.

Una vez que se completó el período de imbibición de la semilla, se sembraron cuatro réplicas de 25 semillas por tratamiento en papel Anchor (Seedburo Equipment Company, Hidalgo, TX, USA). El papel de Anchor se humedeció con agua destilada, luego se colocaron 25 semillas horizontalmente sobre el papel, cuidando que el embrión de semillas se ubicara hacia abajo; luego se humedeció otro papel del mismo tamaño para cubrir las semillas. Posteriormente, se plegaron en un rollo de 4 cm de ancho, se colocaron en cestas de tereftalato de polietileno de 20 cm de ancho y 45 cm de alto, y se volvieron a colocar en la cámara de prueba durante 14 días. El bioensayo se desarrolló de acuerdo con las normas ISTA (2004).

El vigor se determinó como porcentaje de plántulas normales del número total de plántulas, y la tasa de germinación, como porcentaje de semillas germinadas del número total de semillas, registrado 7 y 14 días después de la siembra. Las plántulas normales fueron aquellas que

tenían raíz y plúmula, cada una de ellas con un desarrollo total de 2.0 cm. La longitud de la plúmula se midió desde la intersección raíz-hipocotilo hasta la base del cotiledón, mientras que la longitud de la radícula se midió desde la base del hipocotilo hasta el ápice de la radícula. Las plántulas anormales (PA), fueron aquellas que no presentaron desarrollo de la plúmula y la radícula y/o malformaciones en los puntos de crecimiento.

Peso seco de plántula (PS)

Para finalizar el bioensayo, las plántulas normales (PN) de cada repetición fueron colocadas bolsas de papel estraza, después se colocaron en una estufa de secado RIOSA H-24, con una temperatura de 72°C durante un periodo de 24 h, al pasar ese tiempo las muestras colocaron en un desecador, enseguida se registró su peso en mg/plántula.

Los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) en el programa estadístico SPSS (versión 21), y las comparaciones entre medias se hicieron mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de las NPs ZnO

En la imagen TEM de la muestra de ZnO NPs (Figura 1 (a), se puede identificar la morfología cuasi esférica de las NPs que aparecen dispersas en la rejilla del microscopio. En la Figura 1 (b), se muestra una imagen TEM representativa de una NP; se pueden observar franjas de celosía con una separación de 2.81 Å, correspondiente a los planos de celosía {100} de la estructura hexagonal de ZnO. La Figura 1 (c) muestra la distribución de tamaños de las NP obtenidas midiendo más de 300 partículas. La mayoría de las partículas (75%) tenían diámetros de 12-24 nm, y el 30% mostraban tamaños mayores de 12 nm y menores de 20 nm. La Figura 1 (d), es un patrón SAED de las muestras de ZnO, con anillos irregulares asociados con los planos (100), (002), (102) y (110) de la estructura cristalina del óxido de zinc.

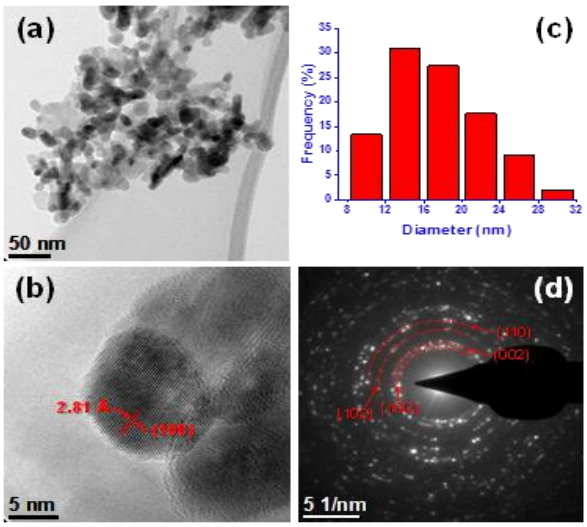


Figura 1. Las micrografías de NPs ZnO: imagen típica de TEM (a) y HRTEM (b) Distribución del tamaño de NPs (c). El patrón SAED típico para el área observada en el panel (a,d), 5 1/nm corresponde al vector de red real y el espacio recíproco.

Germinación y acumulación de materia seca

Los resultados de la comparación de medias, indican que el vigor se incrementó significativamente con la aplicación de NPs ZnO a concentraciones de 100 y 200 mg L^{-1} (Cuadro 1), superando al tratamiento control en 39.7% y 44.7%, pero a concentraciones de 300 y 400 mg L^{-1} se presentaron reducciones del 37.6% y 45.8% en comparación con 300 mg L^{-1}. La misma tendencia se observó para la germinación, ya que los tratamientos a 300 y 400 mg L^{-1} indujeron los mayores porcentajes de germinación, con incrementos del 31.8% y 27.7% al compararlos con el control (0 mg L^{-1}), sin embargo, a pesar de que los tratamientos a 300 y 400 mg L^{-1} son estadísticamente iguales al control, se puede apreciar que tuvieron reducciones del 28.4% y 36.3% al compararlos con el tratamiento 100 mg L^{-1} (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de medias para las variables evaluadas en el bioensayo de germinación de semillas *C. chinense*, sometidas a tratamientos con NPs ZnO.

Tratamientos (mg L^{-1})	Vigor (%)	Germinación (%)	PA (%)	PS (mg/plántula)
0	47.00 b	60.00 b	16.00 b	11.70 c
100	78.00 a	88.00 a	7.00 c	15.35 ab

200	85.00 a	83.00 a	3.00 bc	17.10 a
300	53.00 b	63.00 b	30.00 a	13.98 ab
400	46.00 b	56.00 b	32.00 a	14.00 bc
Media	61.80	70.00	18.60	14.43
Tukey (P≤0.01)	12.80	9.43	8.36	3.03

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, P≤0.05). PA = Plántulas anormales; PS = Peso seco de plántula.

Los valores de germinación final, están directamente relacionados con los valores obtenidos en PA, ya que es evidente que a concentraciones de 100 y 200 mg L^{-1} los valores de PA disminuyeron en 56.2% y 81.2%, en contra parte, las concentraciones más elevadas (300 y 400 mg L^{-1}) incrementaron los valores de PA en 90% y 90.6% al compararlas con el tratamiento con menor número de PA (200 mg L^{-1}, Cuadro 1). Para PS, el tratamiento que presentó el mejor comportamiento fue 200 mg L^{-1}, superando en 31.5% al control (0 mg L^{-1}), pero se presentaron reducciones del 18.1% a 400 mg L^{-1} al compararlos con el tratamiento 200 mg L^{-1}, cabe mencionar que a pesar de que se presentaron reducciones en los valores de PS para las concentraciones de 300 y 400 mg L^{-1}, se puede apreciar que estos tratamientos superan a los valores obtenidos en el control (0 mg L^{-1}, Cuadro 1).

Las NPs ZnO estimulan la germinación de las semillas debido a la penetración de las NPs al interior del embrión de la semilla, lo que permite el aprovechamiento de H_2O y los iones de Zn^{++}, lo que resulta en la activación del metabolismo de la semilla para la degradación de reservas que benefician las primeras etapas del proceso de germinación (Lin y Xing, 2007). Además, los efectos beneficiosos de las NPs ZnO podrían atribuirse a una mayor activación de enzimas como la α y β amilasa que son responsables de las reacciones metabólicas en la etapa de germinación (Krishna y Natarajan, 2014).

Sin embargo, los efectos negativos que se observaron a concentraciones de 300 y 400 mg L^{-1} puede atribuirse a dos efectos principales: (1) una toxicidad química en base a la liberación de iones (tóxicos) en este caso a la penetración de partículas de tamaño nano y también a la disolución los iones de Zn^{++}; (2) el estrés o estímulos causados por la superficie, el tamaño y/o forma de las partículas (Lee *et al.,* 2010). Estudios realizados por Narendhran *et al.* (2016) informaron que la aplicación de NPs ZnO promovió el crecimiento de la radícula en *Sesamum indicum* a 0.1, 0.25 y 0.5 mg L^{-1}, mientras que a concentraciones de 1.0 y 2.0 mg L^{-1},

mencionaron una disminución. No obstante, es difícil establecer un modelo de respuesta de los efectos de NPs ZnO en la fisiología de las plantas, ya que el efecto depende de la especie y la concentración (Lin y Xing, 2007).

CONCLUSIONES

Las suspensiones de NPs ZnO a concentraciones de 100 a 200 mg L^{-1}, estímularon el vigor de germinación y la acumulación de biomasa seca. Las concentraciones a 300 y 400 mg L^{-1}, afectaron negativamente los parámetros asociados con la calidad fisiológica de semillas; principalmente el vigor, la germinación y la acumulación de materia seca.

REFERENCIAS

Burman, U., Saini, M., and Kumar, P. 2013. Effect of zinc oxide nanoparticles on growth and antioxidant system of chickpea seedlings. Toxicological and Environmental Chemistry 95: 605-612.

Elizabath, A., Bahadur, V., Mistra, P., and Prasad, V.M. 2017. Effect of different concentrations of iron oxide and zinc oxide nanoparticles on growth and yield of carrot (*Daucus carota* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 6(4):1266-1269.

García-López, J.I., Zavala-García, F. Olivares-Sáenz, E. Lira-Saldívar, R. Barriga-Castro, E. Ruiz-Torres, N.A. Ramos-Cortez, E. Vázquez-Alvarado, R. and Niño-Medina, G. 2018. Zinc oxide nanoparticles boosts Phenolic compounds and antioxidant activity of *Capsicum annuum* L. during germination. Agronomy 8, 215.

Krishna, K. K., & Natarajan, N. 2014. Customizing zinc oxide, silver and titanium dioxide nanoparticles for enhancing groundnut seed quality. Indian Journal of Science and Technology, 7(9), 1376-1381.

Lee, C. W., Mahendra, S., Zodrow, K., Li, D., Tsai, Y. C., Braam, J., & Alvarez, P. J. 2010. Developmental phytotoxicity of metal oxide nanoparticles to *Arabidopsis thaliana*. Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal, 29(3), 669-675.

Lin, D., & Xing, B. 2007. Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth. Environmental Pollution, 150(2), 243-250.

Liu, R. and Lal, R. 2015. Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. Sci Total Environ 514:131-139.

Narendhran, S., Rajiv, P., & Sivaraj, R. 2016. Toxicity of ZnO nanoparticles on germinating *Sesamum indicum* (Co-1) and their antibacterial activity. Bulletin of Materials Science, 39(2), 415-421.

Razzaq, A., Ammara, R., Jhanzab, H.M., Mhamood, T., Hafeez, A., and Hussain, S. 2015. A novel nanomaterial to enhance growth and yield of wheat. Journal of Nanoscience and Technology 2(1):55–58.

Walker, N.J., and Bucher, J.R. 2009. A 21st century paradigm for evaluating the health hazardous of nanoscale materials? Toxicol. Sci. 110:251-254.

Yank, F. and Vardar, F. 2015. Toxic effects of aluminum oxide (Al_2O_3) nanoparticles on root growth and development in *Triticum aestivum*. Water Air Soil Pollut. Pp. 3-13.

Zafar, H., Alli, A., Ali, J.S., Haq, I.U., and Zia, M. 2016. Effect of ZnO nanoparticles on *Brassica nigra* seedlings and stem explants: Growth dynamics and antioxidative response. Frontiers in Plant Science 7: 1-8.

EFECTO DEL CLON EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA, EN LA VARIEDAD SHIRAZ (*Vitis vinifera* L.)

EFFECT OF THE CLONE ON THE PRODUCTION AND QUALITY OF THE GRAPE, IN THE SHIRAZ VARIETY (*Vitis vinifera* L.)

Eduardo Madero-Tamargo[1*], Angel Lagarda-Murrieta[1], Alfredo Ogaz[1],

Victor Martinez Cueto[1]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez s/n. Colonia Valle Verde. CP. 27054.Torreón, Coahuila de Zaragoza, México.

Autor para correspondencia: edmad2002@yahoo.com.mx

RESUMEN

Una de las formas de mejorar la producción y la calidad de uva es por medio del uso de clones, los cuales en la mayoría de los casos su selección ha sido dirigida aparte de la selección sanitaria, hacia la homogeneidad de la producción, del tamaño del racimo, de la baya. El presente trabajo tiene como objetivo determinar la producción y calidad de la uva de diferentes clones: 525, 470, 525 (208) y 174. Las variables evaluadas fueron: producción de uva y calidad de la uva. Los resultados indicant que los clones 525, 525(208) y 174, son iguales entre si en las principales variables de producción, siendo loas adecuados para explotación de la variedad Shiraz, al obtener rendimiento de uva de 9,468, 9,423 y 7,112 kg, de uva por hectárea, respectivamente, sin deterioro de la calidad.

ABSTRACT

One of the ways to improve grape production and quality is through the use of clones, which in most cases their selection has been directed apart from sanitary selection, towards homogeneity of production, the size of the cluster, berry. The present work aims to determine the production and quality of the grapes of different clones: 525, 470, 525 (208) and 174. The variables evaluated were: grape production and quality of the grape. The results indicate that clones 525, 525 (208) and 174, are equal to each other in the main production variables, being suitable for exploitation of the Shiraz variety, when obtaining grape yields of 9,468, 9,423 and 7,112 kg, of grapes per hectare, respectively, without deterioration in quality.

INTRODUCCIÓN

La vid *(Vitis vinifera L.)* es una planta productora de uva, de las más antiguas, relacionadas con el hombre, la cual tiene diferentes destinos; para mesa, para pasa, para destilación, para

jugo, para vinificación etc. La obtención de clones seleccionados pretende conseguir a la vez material sano, sin problemas de virus, unos mínimos razonables de producción de uva. Para mantener niveles de explotación aceptables. Además se pretende elegir aquellos clones que produzcan vinos de la máxima calidad y tipicidad, adaptados a las exigencias del mercado de consumo. Shiraz es una variedad de brotación tardía, pero su maduración se produce rápidamente, lo que se traduce en un periodo pinta-madurez relativamente corto, la variedad Shiraz permite obtener vinos muy coloreados, tánicos y estructurados, con el uso de clones se mejora la calidad y aromas del vino, pero se desconoce el comportamiento agronómico de dichos clones. En base a lo anterior el objetivo del presente trabajo fue determiner la producción y calidad de la uva, en diferentes clones en la variedad Shiraz

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto de investigación se llevó a cabo en el área de producción de la Agrícola San Lorenzo, en Parras de la Fuente, Coahuila. Se evaluó la variedad Shiraz, injertada sobre SO-4 *(Vitis berlandieri x Vitis riparia),* plantada en 2007, a una distancia de 2.5m entre surcos por 1.50m entre plantas, dando una densidad de 2,667 plantas/ha., conducidas en cordón bilateral y guiadas en una espaldera vertical, el sistema de riego es por gateo.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro tratamientos y seis repeticiones, cada repetición es una planta, se evaluaron los siguientes clones: 525, 470, 525 (208) y 174. Las variables respuesta fueron: rendimeinto de uva, racimos por planta, peso de racimo, solidos solubles totals, peso de baya, volume de baya y bayas por racimo.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza con el programa estadístico SSPS (SSPS 2008) y la prueba de comparación de medias con Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Racimos por planta. La mayor cantidad de racimos fueron logrados por los clones 525 y 525(208) con 27 y 23 racimos por planta respectivamente, siendo iguales entre sí, pero diferentes numéricamente a los clones 470 y 174, con producción de 18 y 16 racimos respectivamente.

Producción de uva por planta. Los clones no presentaron ditrerencias entre ellos. No obstante, numéricamente se observa una mayor producción de uva por planta. Los clones 525 y 525 (208), con 3.5 kg y los de menor producción son los clones 174 y470 con 2.6 kg; Altunar, (2009) menciona que la selección clonal se producen menos kilos de uva por planta, pero se mejora la calidad de vino, con mayor sabor y aroma.

Producción de uva. Los diferentes clones evaluados no presentaron diferencias significativas entre ellos; sin embargo numéricamente se observó que el clon 525 presento una mayor producción de 9,468 kg/ha, el clon 470 produjo una menor de 7,023 kg ha^{-1}.

Cuadro 1. Efecto del clon sobre las variables de producción en la variedad Shiraz.

Clon	**Racimos por planta**	**kg planta^{-1}**	**Peso de racimo**	**kg ha^{-1}**
525	27 a*	3.5 a	130 a	9,468 a
470	18 bc	2.6 a	138 a	7,023 a
525(208)	23 ab	3.5 a	133 a	9,423 a
174	16 c	2.6 a	166 a	7,112 a

*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey (P ≤ 0.05).

Acumulación de solidos solubles. La acumulación de solidos solubles, es la principal variable de calidad utilizada para determinar la calidad de la uva. Los diferentes clones utilizados causaron diferencias significativas, siendo los clones 525, 470 y 525(208) siendo iguales entre sí, la menor acumulación para solidos solubles fue para el clon 174 con 21 °Brix . Las uvas para vino secos deben tener una acidez elevada y un contenido de azúcar moderado. Por lo tanto, se deben se cosechar cuando tienen de 20 a 24°Brix; en cambio las uvas destinadas a vinos dulces deben tener un contenido de azúcar tan alto como sea posible (Weaver, 1985). En todos los casos la cantidad de azúcar acumulada es suficiente para obtener un producto final de calidad, también hay que aclarar que todos los clones se cosecharon el mismo día, por lo que pudiera ser también una de las causas de esta diferencia.

Cuadro 2. Efecto del clon sobre las variables de calidad de la uva en la variedad Shiraz.

Clones	°Brx	Volumen por baya	Bayas por racimo
525	23 a	1.16 a	151 a
470	24 a	1.09 a	167 a
525(208)	23 a	1.16 a	175 a
174	21 b	1.07 a	159 a

*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey (P ≤ 0.05).

Volumen de la baya. El volumen de la baya, influye directamente en el peso de racimo y su tamaño, en este caso no se mostró diferencia significativa entre los distintos tratamientos evaluados. Verdugo (2011) indica que el tamaño y la textura de la uva tienen influencia sobre la calidad, en donde los clones de uva más grandes deben dar más calidad que los clones de uva más pequeñas; de acuerdo a los resultados datos obtenidos los clones son iguales entre sí, sobresaliendo con un volumen igual de baya los clones 525 y 525 (208) con 1.16 (cc).

Numero de bayas por racimo. En esta variable sobresale el clon 525(208) con una producción de bayas por racimo de 175, siendo igual estadísticamente a los clones 525,174 y 470.

CONCLUSIONES

Los clones 525, 525(208), 470 y 174, son los más adecuados para explotación de la variedad Shiraz, al obtener un rendimiento de uva de 9,468, 9,423, 7,023 y 7,112 kg, por hectárea respectivamente, sin deterioro de la calidad.

REFERENCIAS

Weaver, R. J. 1985.Cultivo de la uva. 4° impresión. Editorial Continental S.A. de CV. México. pp. 19-21, 371.

Verdugo, R. 2011. Efecto del clon sobre la producción y calidad de la uva en la variedad Shiraz (*vitis vinifera L.)* Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, UAAAN U-L. Tesis presentada como requisito para obtener el Título de Ing. Agrónomo en Horticultura. Torreón, Coah. México.

INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS REQUERIMIENTOS TÉRMICOS ÓPTIMOS DEL NOPAL TUNERO (*OPUNTIA* SPP.) EN EL CENTRO-NORTE DE MÉXICO

INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON THE OPTIMAL THERMAL REQUIREMENTS OF THE CACTUS FRUIT (*OPUNTIA* SPP.) IN THE CENTRAL-NORTH OF MEXICO

Guillermo Medina-García[1]*, Jorge A. Zegbe Domínguez[2], José Israel Casas Flores[3]

[1,2,3]INIFAP- Campo Experimental Zacatecas, Carr. Zacatecas-Fresnillo km 24.5, Calera, Zac., México.

RESUMEN

México es el mayor productor de tuna, obteniendo aproximadamente el 43% de la producción mundial anual. Se estimaron temperaturas horarias y se contabilizó el número de horas en que la temperatura estuvo dentro de los rangos óptimos de temperatura para nopal tunero durante el ciclo de cultivo anual y en el mes de enero. Para estimar el efecto del cambio climático en el número de horas dentro de los rangos óptimos de temperatura, se utilizó el sistema de información de cambio climático de la República Mexicana del en las Rutas de Concentración Representativas (RCP) 4.5 y 8.5 de gases de efecto invernadero. El cambio climático tendrá poco efecto en el número de horas con temperaturas óptimas (anual y del mes de enero) para el desarrollo de nopal tunero. En el primer caso, la superficie de los municipios con esa temperatura disminuirá en el año 2070 4% y 15.4 % en los RCP 4.5 y RCP 8.5, respectivamente. En el segundo caso, la superficie de los municipios con temperatura aumentará 9.9% y 13.2% en el año 2070 en los RCP 4.5 y RCP 8.5, respectivamente.

ABSTRACT

Mexico is the largest producer of prickly pear, obtaining approximately 43% of the annual world production. Hourly temperatures were estimated and the number of hours in which the temperature was within the optimal temperature ranges for cactus pear was recorded in the annual crop cycle and in the month of January. To estimate the effect of climate change on the number of hours within the optimal temperature ranges, the climate change information system of the Mexican Republic was used in the Representative Concentration Routes (RCP) 4.5 and 8.5 of greenhouse gases effect. Climate change will have little effect on the number of hours with optimal temperatures (yearly and in January) for the development of cactus pear. In the first case, the surface area of the municipalities with that temperature will decrease by 4% and

15.4% in the year 2070 in RCP 4.5 and RCP 8.5, respectively. In the second case, the surface area of the municipalities with temperature will increase 9.9% and 13.2% in the year 2070 in RCP 4.5 and RCP 8.5, respectively.

INTRODUCCIÓN

México es el mayor productor de tuna, obteniendo aproximadamente el 43% de la producción mundial anual estimada en 1, 060,000 t en una superficie de 100,000 ha (Potgieter y D'Aquino, 2017). La superficie plantada en México con nopal tunero en 2019 es de 45,746 ha bajo condiciones de temporal, principalmente en los estados de México 35.4%, Zacatecas 24.7%, Puebla 12.2%, Hidalgo 9.6%, San Luis Potosí 6.4%, Jalisco 4.5%, Guanajuato 3.9%, Tamaulipas 1.4%, y Querétaro 1.2% (SIAP, 2020).

Las especies de *Opuntia*, han desarrollado adaptaciones anatómicas, morfológicas y fisiológicas para sobrevivir y crecer en ambientes áridos con severo estrés hídrico que limita la sobrevivencia de otras especies vegetales. Si bien, las adaptaciones fisiológicas y morfológicas en conjunto hacen que los nopales sean exitosos en los ambientes secos, y que podría afrontar al cambio climático, es imperativo estudiar el efecto que el calentamiento global puede o no tener en el cultivo de nopal tunero (Kumar *et al*., 2018).

Sin embargo, aunque el nopal es una especie que tiene un amplio rango de adaptación, su productividad puede ser variable debido tanto a factores bióticos como abióticos que se presentan durante el desarrollo del cultivo. Temperaturas extremas y la disponibilidad de agua son dos de los factores de estrés abiótico que limitan el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Medina-García *et al*., 2016). El objetivo de este trabajo fue conocer el efecto del cambio climático, sobre el rango térmico óptimo del nopal tunero cultivado en el Centro-Norte de México

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprendió los principales estados productores de nopal tunero del centro norte de México: Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Estado de México, Puebla, Hidalgo, Guanajuato y Jalisco. Se utilizaron datos diarios de temperatura máxima y temperatura mínima de las estaciones de clima del Servicio Meteorológico Nacional. Se seleccionaron 244 estaciones con más de 30 años y más de 90% de datos. En la Figura 1 se presenta el área de estudio.

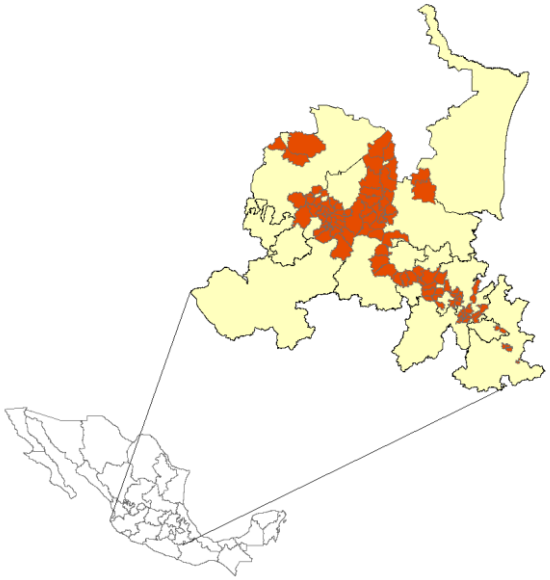


Figura 1. Principales estados y municipios productores de tuna en México.

Con los datos diarios de temperatura máxima y mínima, se obtuvieron datos horarios (Snyder, 1985) de toda la serie histórica de datos de las estaciones. Con estos datos estimados se contabilizó el número de horas en que la temperatura estuvo dentro de los rangos óptimos de las temperaturas cardinales para nopal tunero (Cuadro 1) durante el ciclo de cultivo anual y en el mes de enero (Medina-García et al., 2019b).

Para generar mapas con el número de horas de temperatura de cada rango se estimaron modelos de regresión para el ciclo de cultivo. Para esto se seleccionaron 61 estaciones a nivel nacional abarcando diferentes ambientes. Se obtuvieron las temperaturas horarias por día de cada una de las 61 estaciones, se obtuvo el número de horas de temperatura para cada rango y se relacionaron con la temperatura máxima y mínima medias en el mismo periodo de cultivo. Se obtuvo así un modelo para cada rango para el ciclo de cultivo anual y para el mes de enero.

Cuadro 1. Valores umbrales y óptimos de temperaturas cardinales para nopal tunero cultivado en la región de estudio.

TEMPERATURA °C	MARGINAL	SUB ÓPTIMO	ÓPTIMO	SUB ÓPTIMO	MARGINAL
Media anual	< 13	13 - 14	14 – 19	19 - 21	> 21
Media de enero		< 10	10 - 14	> 14	

Para estimar el efecto del cambio climático en el número de horas dentro y fuera de las temperaturas cardinales, se utilizó el sistema de información de cambio climático de la República Mexicana del INIFAP (Ruiz-Corral et al., 2016), el cual consta de climatología base del periodo 1961-2010 y climatología de los años 2041 a 2080 en las Rutas de Concentración Representativas (RCP) 4.5 y 8.5 de gases de efecto invernadero (GEI). Los cuales fueron obtenidos a partir de información del portal de datos de Cambio Global de WorldClim con los que se generó un modelo ensamble integrado por 11 modelos de circulación general (GCM) reducidos en escala y calibrados (Walton et al., 2013) y seleccionados para México.

Se utilizó un RCP de emisiones intermedias (4.5) el cual es consistente con un futuro con reducciones de emisiones relativamente ambiciosas y un RCP de emisiones altas (8.5) que es coherente con un futuro sin cambios de política para reducir las emisiones (Van Vuuren et al., 2011). Se utilizaron los valores de temperatura máxima y temperatura mínima de los años 2041 a 2080. Se obtuvieron los anuales para los escenarios climáticos 2021-2040, 2041-2060 y 2061-2080, en adelante referidos como climatologías o años 2030, 2050 y 2070 respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los modelos generados para estimar el número de horas en cada rango de temperatura fueron significativos ($p \leq 0.0001$) con valores de coeficientes de determinación (R^2) entre 86.4 y 89.4% (Cuadro 2). Con estos modelos se generaron mapas del número de horas de cada uno de los rangos óptimos para el desarrollo del nopal tunero (Cuadro 1) en el escenario climático actual (1981-2010) y para las climatologías 2030, 2050 y 2070, para los RCP 4.5 y 8.5.

Cuadro 2. Coeficientes de determinación (R^2) y modelos de regresión para estimar número de horas en cada rango de temperatura a partir de temperatura máxima y mínima media en el ciclo anual y en el mes de enero.

Rango °C	R^2	Max	Max^2	Min	Min^2	Constante
			Temperatura media anual			
14 a 19	0.894		-2.038	281.710	-11.649	1919.211
			Temperatura media de enero			
10 a 14	0.864	-28.017	0.452	20.027	-1.175	472.468

Temperatura media anual óptima (14 a 19 °C)

En la Figura 2 se muestran los mapas con el porcentaje del número de horas con temperatura del rango óptimo para el desarrollo de nopal tunero (14 a 19 °C) en el ciclo de cultivo anual en la región centro norte. Tomando como referencia la Figura 2A se observa que el 100% de la superficie plantada con nopal tunero en los municipios productores (escenario actual), se encuentra en el rango de 20 a 30% del número de horas totales en el año (Cuadro 3). Para el año 2030 se esperaría una ligera disminución de la superficie con porcentaje de horas del 20 al 30% (color naranja) al pasar del 100 al 99.6% (Figura 2B y Cuadro 3), esto significa que prácticamente será la misma superficie con temperatura dentro del rango óptimo para el desarrollo de nopal. En los escenarios climáticos 2050 y 2070, también disminuirá ligeramente la superficie del rango 20 - 30% de horas entre 14 y 19°C, pero sólo 2.9 y 4.0% en los escenarios 2050 y 2070 del RCP 4.5, respectivamente. Lo anterior indica que el número de horas con temperatura óptima para el desarrollo de este cultivo sólo se sería ligeramente afectado por efecto del cambio climático y se mantendrá al menos hasta el año 2070 en 96% de la superficie de los municipios productores. Considerando el RCP 8.5 la superficie del rango 20 - 30% de horas con temperatura óptima para nopal tunero tendría una disminución hasta del 15.6% en el escenario 2070. Los escenarios arriba indicados, basados únicamente, en la temperatura, ofrecen la posibilidad para continuar cultivando esta especie en el presente y futuro inmediato.

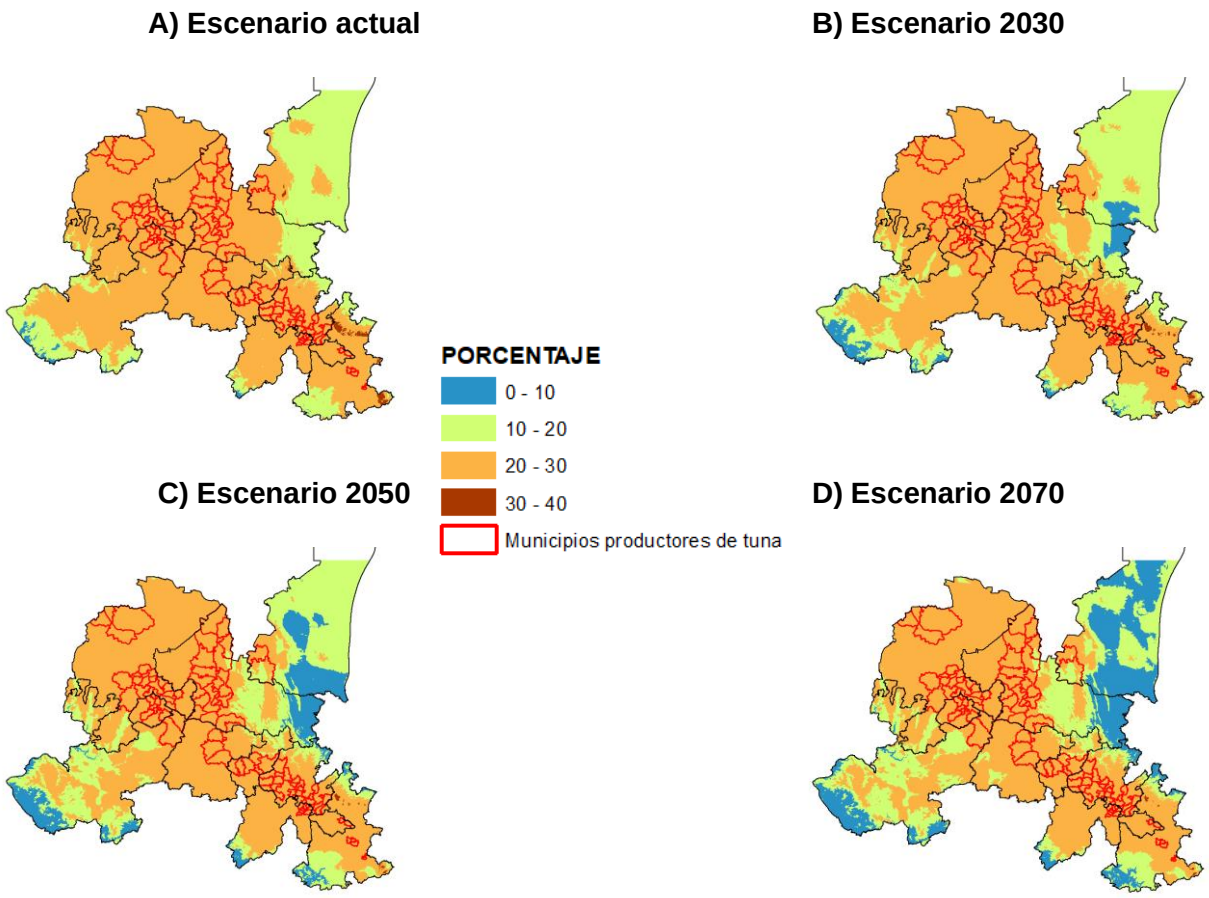


Figura 2. Porcentaje del número de horas con temperatura de 14 a 19°C (temperatura óptima para el desarrollo de nopal tunero) en el ciclo de cultivo anual, en el escenario actual (A) y en tres escenarios climáticos futuros del RCP 4.5, en la región productora de nopal tunero en México.

Cuadro 3. Porcentaje de la superficie de los municipios productores de tuna en la región Centro-Norte en dos rangos de porcentaje de horas con temperatura media anual de 14 a 19°C en el escenario climático actual y en escenarios futuros.

Rangos	**Porcentaje de la superficie de municipios productores**						
% horas	**Escenario**	**RCP 4.5**			**RCP 8.5**		
	actual	**2030**	**2050**	**2070**	**2030**	**2050**	**2070**
10 -20	0.0	0.4	2.9	4.0	0.6	4.3	15.4
20 - 30	100.0	99.6	97.1	96.0	99.4	95.7	84.6

Temperatura media óptima del mes de enero (10 a 14°C)

Respecto al porcentaje del número de horas con temperatura media del mes de enero óptima para el desarrollo de nopal tunero (10 a 14°C) en la región centro norte se observó que el 82.8% de la superficie de los municipios productores, acumula entre 20 y 30% del número de horas totales en el mes de enero (Cuadro 4). Para el año 2030 se esperaría un ligero incremento de la superficie con porcentaje de horas del 20 al 30% pasar de 82.8 a 85.9% (Cuadro 4). Esto último significa que, prácticamente será la misma superficie con temperatura dentro del rango óptimo en el mes de enero para el desarrollo de nopal. En los escenarios climáticos 2050 y 2070, continuará aumentando ligeramente la superficie en el rango de 20 - 30% de horas entre 10 y 14°C en el mes de enero hasta llegar a 89.1 y 92.7% en el RCP 4.5. Lo anterior indica que la temperatura óptima del mes de enero para el desarrollo de este cultivo sería positiva y ligeramente modificada como resultado del cambio climático al menos hasta el año 2070. Considerando el RCP 8.5 la superficie con porcentaje del 20 al 30% de horas con temperatura óptima en el mes de enero para para el desarrollo de este cultivo tendría un comportamiento similar hasta alcanzar 96.0% de la superficie para 2070.

Cuadro 4. Porcentaje de la superficie de los municipios productores de tuna en la región Centro-Norte en dos rangos de porcentaje de horas con temperatura media de 10 a 14 °C en el mes de enero en el escenario climático actual y en escenarios futuros.

Rangos	**Porcentaje de la superficie de municipios productores**						
% horas	**Escenario actual**	**RCP 4.5**			**RCP 8.5**		
		2030	**2050**	**2070**	**2030**	**2050**	**2070**
10 -20	17.2	14.1	10.9	7.3	10.9	6.7	4.0
20 - 30	82.8	85.9	89.1	92.7	89.1	93.3	96.0

CONCLUSIONES

E el cambio climático tendrá poco efecto en el número de horas con temperatura media anual en el rango óptimo para el nopal tunero (14 a 19°C) y en el número de horas con temperatura media en el mes de enero en el rango óptimo (10 a 14°C). En el primer caso, la superficie de los municipios con esa temperatura disminuirá en el año 2070 4% y 15.4 % con los RCP 4.5 y RCP 8.5, respectivamente. En el segundo caso, la superficie de los municipios con esa

temperatura óptima aumentará 9.9% y 13.2% en el año 2070 en los RCP 4.5 y RCP 8.5, respectivamente.

REFERENCIAS

Kumar K., Singh, D. and Singh R.S. (2018). Cactus pear: Cultivation and Uses. CIAH/Tech./Pub. No73, pp 38 ICA R-Central Institute for Arid Horticulture, Bikaner, Rajasthan, India.

Medina-García, G., Ruiz-Corral, J. A., Rodríguez-Moreno, V. M., Soria-Ruiz, J., Díaz-Padilla, G. y Zarazúa-Villaseñor, P. (2016). Efecto del cambio climático en el potencial productivo del frijol en México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp. Núm. 13:2465-2474.

SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera) Anuario estadístico de la producción agrícola 2003-2016. SAGARPA. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp (Consultado abril, 2020).

Snyder, R. L. (1985). Hand calculating degree-days. Agric. For. Meteorol. 35:353-358.

Van Vuuren, D. P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G. C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J. F. and Masui, T. (2011). The representative concentration pathways: an overview. Climatic change 109(1):5-31.

Walton, D., Meyerson, J. and Neelin, J. D. (2013). Accessing, Downloading, and Viewing CMIP5 Data. Earth System Grid Federation. pp. 25.

INFLUENCIA DE DOS DENSIDADES DE PLANTAS Y DOS CALENDARIOS DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO DE GRANO DE HIGUERILLA (*RICINUS* COMMUNIS L).

INFLUENCE OF TWO PLANT DENSITIES AND TWO IRRIGATION SCHEDULES ON HIGUERILLA GRAIN YIELD (RICINUS COMMUNIS L).

Llaven Valencia Genny[1*]; Borbón Gracia Alberto[1]; García León Elizabeth [1]; Peinado Fuentes Luis Alberto [1]; Hernández Hernández Aidé [2].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Campo Experimental Valle Del Fuerte, Carretera Internacional México-Nogales Km. 1609, Col. Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa, México, C. P. 81110.

[2]Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Carretera Internacional entronque a carretera La Brecha SN, Ejido Burrioncito, 81149, Sin.

llaven.genny@inifap.gob.mx-6878871995

RESUMEN

Para determinar la productividad de higuerilla (*Ricinus communis* L.) en Sinaloa, se evaluaron la influencia de dos fechas de siembra, disponibilidad de agua y dos densidades de siembra en el rendimiento de grano de cuatro híbridos, el ensayo se estableció en el Campo Experimental Valle del Fuerte. Durante los ciclos agrícolas otoño-invierno con fecha de siembra del 10 de diciembre del 2015, y primavera-verano 2015-2016 con fecha de siembra del 18 de febrero del 2016. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; la parcela experimental fue de cuatro surcos de 20 m de largo, con una separación de 0.80 m, equivalente a 64 m^2, se manejaron dos densidades de población: 23,000 y 26,000 plantas ha^{-1}, y para el ciclo O-I, se aplicaron tres riegos de auxilio el primero fue a los 82 dds, el segundo a los 112 dds y el tercer fue a los 136 dds y para la densidad de 26,000 plantas ha^{-1} se aplicaron cuatro riego de auxilio el primero fue de a los 87 dds, segundo a 115 dds, tercer a 142 dds y el cuarto a 162 dds. El análisis estadístico indicó que los híbridos 2B-5, Chinatan y HB-8, resultaron superiores en rendimiento y sin diferencias estadísticas, con días a madurez de 145 a 152, por lo que se consideran de ciclo normal; la altura promedio fue de 20 m, considerada de porte medio. El ciclo que más favorece el desarrollo del cultivo para HB-8 y 2B-5 es O-I con densidad de 23,000 mil plantas ha^{-1} y tres riegos de auxilio para P-V se recomiendan cuatro riegos de auxilio, densidad de 23,000 plantas por hectárea y los híbridos de mejor respuesta fueron HB-8 y Chinatan con rendimiento superior a 3,000 kg ha^{-1}.

ABSTRACT

To determine the productivity of castor (Ricinus communis L.) in Sinaloa, the influence of two sowing dates, water availability and two planting densities on the grain yield of four hybrids were evaluated; the test was established in the Experimental Field Valley of the Fort. During the autumn-winter agricultural cycles with a sowing date of December 10, 2015, and spring-summer 2015-2016 with a sowing date of February 18, 2016. A randomized complete block design with four repetitions was used; the experimental plot consisted of four rows of 20 m long, with a separation of 0.80 m, equivalent to 64 m2, two population densities were managed: 23,000 and 26,000 plants ha-1, and for the RO cycle, three irrigations were applied The first was at 82 da, the second at 112 da, and the third was at 136 da, and for the density of 26,000 plants ha-1, four emergency irrigation was applied, the first was at 87 da, the second at 115 dds, third at 142 dds and the fourth at 162 dds. Statistical analysis indicated that hybrids 2B-5, Chinatan and HB-8, were superior in yield and without statistical differences, with days to maturity from 145 to 152, so they are considered normal cycle; the average height was 20 m, considered of medium size. The cycle that most favors the development of the crop for HB-8 and 2B-5 is OI with a density of 23,000 thousand plants ha-1 and three auxiliary irrigations for PV, four auxiliary irrigations are recommended, density of 23,000 plants per hectare and the Hybrids with the best response were HB-8 and Chinatan with a yield greater than 3,000 kg ha^{-1}.

INTRODUCCIÓN

La rentabilidad del cultivo de higuerilla (*Ricinus communis* L.) depende de la planeación de las siembras, la diversificación y la pureza del material que se ofrezca al productor. Los costos de producción se incrementan por factores que afectan la rentabilidad; entre los principales destacan el combate de malezas y la cosecha manual o mecanizada, además de aspectos de manejo agronómico como elección inadecuada del terreno, fecha, densidad de siembra, uso y manejo eficiente del agua de riego, plagas y enfermedades, entre otros (Toledo *et al*., 2006 y Rico *et al*., 2011). Actualmente es cultivada en muchas regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. La superficie cultivada de higuerilla a nivel mundial en el año 2009 fue de 1’473,751 ha, con una producción total de 1’499,111 toneladas de semilla. Los países productores más importantes son: India con 840,000 ha, China 210,000 ha, Brasil 159,205 ha, Paraguay 11,000 ha, con una producción de semilla de 1’098,000 t, 190,000 t, 90,384 t, 13,000 t, respectivamente (FAOSTAT, 2011). En México hay gran interés por validar rendimiento de higuerilla en diferentes entidades. La higuerilla se puede encontrar ampliamente distribuida de manera silvestre, al lado de la carretera, en bordos de drenes y canales de riego lo cual demuestra que esta especie está plenamente adaptada a las condiciones climatológicas del país (Machado *et al*, 2012). Por su parte, Falasca *et al*., (2012) mencionaron que la higuerilla puede ser una alternativa de producción para los productores y el mercado energético, tomando en cuenta que es un cultivo que se adapta a condiciones de estrés hídrico bajo un sistema de uso eficiente de agua. Así también Rodríguez y Zamarripa (2011) indicaron una alta competitividad de la higuerilla para biocombustible en relación a los cultivos actuales en Oaxaca. Los estudios realizados sobre los componentes del rendimiento proporcionan una

orientación para lograr una producción óptima, ya que estos son interdependientes y cambian en respuesta a las condiciones ambientales. Las correlaciones negativas entre los componentes de rendimiento son muy frecuentes (Rafael *et al*., 2013; Paola., *et al*., 2016 y Machado *et al*., 2009). Algunos autores también señalan que para la selección de variantes altamente productivas de higuerilla se debe hacer énfasis en el número de racimos y peso de fruto; así como en la longitud de los racimos y peso de semillas (Machado *et al*., 2009, 2014 y Goytia *et al*., 2011).

Barrios *et al*., (2013) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de materiales élite de higuerilla en Morelos, obteniendo diferencias altamente significativas para todas las variables analizadas, por lo anterior el objetivo de este trabajo es determinar la productividad de higuerilla (*Ricinus communis* L); la influencia de dos fechas de siembra, densidad de plantas y así como también la disponibilidad de agua en el rendimiento de grano, la cual permitirá generar información que puede servir de base para la selección de genotipos que puedan ser utilizados para el establecimiento de cultivos bioenergéticos de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en los ciclos agrícola otoño-invierno 2015-2016 y primavera- verano 2016, para el ciclo O-I, para la densidad de 23,000 plantas ha^{-1}se aplicaron tres riegos de auxilio el primero fue a los 82 dds, el segundo a los 112 dds y el tercer fue a los 136 dds y para la densidad de 26,000 plantas ha^{-1} se aplicaron cuatro riegos de auxilio el primero fue de a los 87 dds, segundo a 115 dds, tercer a 142 dds y el cuarto a 162 dds. En el ciclo P-V, para la densidad de: 23,000 plantas ha^{-1}se aplicaron tres riegos de auxilio el primero fue a los 51 dds, el segundo a los 85 dds y el tercer fue a los 108 dds y para la densidad de 26,000 plantas ha^{-1} se aplicaron cuatro riegos de auxilio el primero fue de a los 44 dds, segundo a 74 dds, tercer a 96 dds y el cuarto a 115 dds. Se establecieron lotes experimentales en el Campo Experimental Valle del Fuerte - INIFAP, con localización geográfica a 25° 46´492´´ de latitud Norte y 108° 48´181´´ de latitud Oeste con una altitud de 4 msnm (www.inegi.org.mx). Su clima es generalmente húmedo cálido, y tiene una temperatura media anual de 25.9 °C. (http://www.weatherbase.com).

Manejo del experimento.

Genotipos evaluados., Los híbridos utilizados fueron: Maravilla, Chinatan, HB-8, y 2B-5, más cuatro testigos comerciales: Olga, Eva, K-93 y Zoya (Cuadro 1), provenientes de China y Argentina, las cuales fueron sembradas y cosechadas manualmente en el Campo Experimental Valle del Fuerte (Guasave, Sinaloa), durante los ciclos otoño-invierno 2015-2016 y primavera-verano 2016.

Cuadro 1. Genotipos evaluados.

Tratamientos	testigos
Maravilla	Olga
Chinatan	Eva
HB-8	K-93
2B-5	Zoya

Diseño experimental

Se empleó un diseño factorial con cuatro repeticiones, con cuatro niveles de observación: genotipos, dos ciclos agrícolas, dos densidades de siembra y dos regímenes de riegos.

Variables evaluadas

Las características de planta consideradas fueron altura de planta (AP, cm), días a floración (DF, días), fin de floración (FDF, días), días a Madurez (DM, días), Longitud de racimos de primera Generación (LRG1), peso de racimos por generación (PRG, g), peso de Mil Semillas (PMS, g) y el rendimiento de grano (REND, kg ha^{-1}), como lo establece Goytia et al., 2013.

Análisis de Datos y modelo experimental

Se realizó un análisis de varianza de un diseño factorial con arreglo en parcelas divididas utilizando el programa SASv9.4 (2015), y la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la comparación de medias entre los genotipos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis factorial combinado

Se encontró significancia en híbridos, los riegos de auxilio y fechas en siete variables de planta evaluadas, la interacción híbridos por fechas de lectura fue significativa para inicio de floración, fin de floración, días a madurez, peso de racimo en primera generación, longitud de racimo en primera generación y rendimiento (Cuadro 2). Dos de ellas repercuten significativamente en el rendimiento como son longitud de racimo en 1ra generación y peso de racimo en la 1ra generación. (LRG y PRG (Cuadro 2). De acuerdo al análisis de la información en relación a Híbridos, Densidad, Riegos y Fechas, interacciones H*F, D*F, y/o R*F. Se detectaron diferencias en siete variables de planta evaluadas, los riegos que se aplicaron únicamente fueron significativo para rendimiento y para fechas fue días a floración, fin de floración y madurez fisiológica de los híbridos evaluados; la interacción hibrido por fecha fue significativa para seis variables, de las cuales dos de ellas repercuten significativamente en el rendimiento como son longitud de racimo en 1ra generación y peso de racimo en la 1ra generación. (LRG y PRG (Cuadro 2).

Cuadro 2. Relación entre fuentes de variación y características morfológicas de planta, cuadrados medios y significancia.

FV	GL	DF	FF	DM	AP	Long.RG1	PRG1	PMS	RG (kg ha^{-1})
Hibrido	7	1922.09**	1691.60**	1224.02**	30264.1**	1400.86**	3259829.45**	83985.92	2728043.73**
Densidad	1	4.5	1.32	10.12	17.25	52.53	80601.12	532.19	164953.32
Riegos	1	3.12	1.75	1.53	14770.50	603.78	1637145.12	736.32	5204747.82**
fechas	1	604.0**	779.65**	1714.54**	7146.61	240.0	2464706.45	296.38	653133.65
Error	116	3.46	4.37	1.56	1178.02	82.60	324750.71	251.89	286135.6
H*F	7	73.32**	22.78**	231.13**	5133.59	490.83**	2538458.50**	1224.56	1388594.89**
D*F	1	0.5	9.57	10.12	1960.94	30.03	3070861.53	815.07	32416.95
R*F	1	6.125	1.75	1.53	297.0	205.03	629161.53	689.13	2732829.76
CV		2.55	2.34	0.81	13.97	14.43	23.10	4.12	18.06
R2		0.97	0.97	0.99	0.69	0.64	0.58	0.95	0.68

**Diferencias significativas a ≤ 0.05 de probabilidad. Días a Floración (DF), Fin de Floración (FF), Días a Madurez (DM), Altura de Planta (AP), Longitud de racimo 1ra generación (Long.RG1), Peso de racimo en generación 1 (PRG1), Peso de mil semillas (PMS), Rendimiento de Grano (RG).

Densidad.

Se encontró variabilidad en los híbridos de higuerilla, en cuanto a las características morfológicas de planta, así como en altura de planta, inicio de floración, madurez fisiológica y sobre todo en rendimiento. Esto permitió diferenciar grupos, los cuales presentaron diferentes potenciales de producción superando a los testigos involucrados; De acuerdo con la altura de la planta, Silva (2005) agrupó la higuerilla en tres categorías: plantas de porte bajo (<1,5 m), medio (1,5 - 2,5 m) y alto (>2,5 m); por tanto, de acuerdo con los resultados logrados en esta investigación se observó que la altura en el lote experimental con baja densidad (23 000 plantas/ha) el rango de altura fue mucho más amplio donde esta osciló entre 113 a 268 cm de longitud; sin embargo, al incrementar la densidad a (26 000 plantas/ha) ésta se redujo a un rango menor que fue de 201 a 302 cm de altura (figura 1), no mostró efecto significativo en rendimiento puesto que a mayor densidad favorece competencia por luz, nutrientes es decir, reduce la acumulación de biomasa en los órganos vegetativos disminuyendo la posibilidad de nutrientes para abastecer la demanda generada por las espigas, capsulas y granos en crecimiento (De Souza *et al.,* 2011). La altura del vegetal es importante, ya que de acuerdo con Weiss (1983), la cosecha manual o mecánica se dificulta, en la medida que los racimos de órdenes superiores sean emitidos a alturas mayores. Resultados similares fueron encontrados por Beltrão *et al*., (2010), quienes hallaron, al comparar dos localidades con diferente nivel altitudinal (27 y 500 msnm.), que a medida que se incrementó la altura sobre el nivel del mar, las variedades evaluadas presentaron mayor porte o tamaño de la planta.

De acuerdo a lo indicado por Tavora, (1982), Weiss (1983); Moshkin (1986ª); Amorim *et al*.,(2001); y Falasca *et al*., (2012); sobre el efecto de la temperatura y la altitud límite para el desarrollo de la planta y producción de semilla, los resultados obtenidos en el presente trabajo, evidenciaron que la planta de higuerilla se adaptó a rangos térmicos por debajo y por encima de los que, tradicionalmente, se han considerado propicios para su cultivo; así mismo, en relación con la elevación altitudinal, es evidente que, la higuerilla puede ser sembrada hasta 2,120 msnm, con el uso de materiales adaptados a ese ambiente, sin que se afecte su rendimiento

Cuadro 3. Relaciones entre fuentes de variación y características de planta en el CEVAF; cuadrados medios y significancia, de dos fechas de siembra otoño-invierno y primavera verano de 2015-2016.

CICLO	Días a floración	Fin de floración	Días a madurez	Altura de planta (cm)	Peso de racimo en 1ra generación	Longitud de racimo en 1ra generación	Peso de mil semillas	Rendimiento (Kg ha^{-1})
1er. FS	78	95	162	258	2259	54	389	3449
23000	78^{a}	94^{b}	161^{b}	248^{b}	2324^{a}	53^{a}	400^{a}	3494^{a}
26000	78^{b}	96^{a}	163^{a}	268^{a}	2185^{a}	54^{a}	378^{b}	3409^{a}
3 R.AUX	77^{a}	95^{b}	161^{b}	244^{b}	2170^{a}	52^{a}	378^{b}	3314^{b}
4 R.AUX	78^{b}	95^{a}	163^{a}	273^{a}	2358^{a}	55^{a}	401^{a}	3601^{a}
promedio	78	95	162	258	2259	54	389.2	3453
2da. FS	68	83	143	233	64	2674	380	2473
23000	67^{a}	83^{a}	141^{b}	230^{a}	63^{a}	2459^{a}	376^{b}	2464^{a}
26000	67^{a}	82^{a}	143^{a}	237^{b}	63^{a}	2914^{b}	384^{a}	2482^{a}
3 R.AUX	67^{a}	83^{a}	141^{b}	216^{b}	59^{a}	2456^{b}	375^{b}	2137^{b}
4 R.AUX	67^{a}	82^{a}	143^{a}	252^{a}	68^{a}	2918^{a}	384^{a}	2850^{a}
promedio	67	83	142	234	63	2684	380	2481

Variación entre riegos por fechas

Los materiales evaluados se comportaron de manera favorable a los riegos de auxilio aplicados, puesto que se mantuvieron con rendimientos arriba de 3,000 kg ha^{-1}; los testigos comerciales por su parte el más alto en rendimiento fue OLGA con 2,681 kg ha^{-1} y el de menor rendimiento ZOYA con 359 kg ha^{-1}.

Densidad.

Se encontró variabilidad en los híbridos de higuerilla, en cuanto a las características morfológicas de planta, así como en altura de planta, inicio de floración, madurez fisiológica y sobre todo en rendimiento. Esto permitió diferenciar grupos, los cuales presentaron diferentes potenciales de producción superando a los testigos involucrados; De acuerdo con la altura de la planta, Silva (2005) agrupó la higuerilla en tres categorías: plantas de porte bajo (<1,5 m), medio (1,5 - 2,5 m) y alto (>2,5 m); por tanto, de acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación se observó que la altura en el lote experimental con baja densidad (23,000 plantas/ha) el rango de altura fue mucho más amplio donde ésta osciló entre 113 a 268 cm de longitud; sin embargo, al incrementar la densidad a (26,000 plantas/ha) ésta se redujo a un rango menor que van de 201 a 302 cm de altura (figura 1), no mostró efecto significativo en rendimiento puesto que a mayor densidad se favorece competencia por luz, nutrientes es decir, reduce la acumulación de biomasa en los órganos vegetativos disminuyendo la posibilidad de nutrientes para abastecer la demanda generada por las espigas, capsulas y granos en crecimiento (De Souza *et al*., 2011). La altura del vegetal es importante, ya que de acuerdo con Weiss (1983), la cosecha manual o mecánica se dificulta, en la medida que los racimos de órdenes superiores sean emitidos a alturas mayores. Resultados similares fueron encontrados por Beltrão *et al*., (2010), quienes hallaron, al comparar dos localidades con diferente nivel altitudinal (27 y 500 msnm.), que a medida que se incrementó la altura sobre el nivel del mar, las variedades evaluadas presentaron mayor porte o tamaño de la planta.

De acuerdo a lo indicado por Tavora, (1982), Weiss (1983); Moshkin (1986ª); Amorim et *al*.,(2001); y Falasca *et al.,* (2012); sobre el efecto de la temperatura y la altitud límite para el desarrollo de la planta y producción de semilla, los resultados obtenidos en el presente trabajo, evidenciaron que la planta de higuerilla se adaptó a rangos térmicos por debajo y por encima de los que, tradicionalmente, se han considerado propicios para su cultivo; así mismo, en relación con la elevación altitudinal, es evidente que, la higuerilla puede ser sembrada hasta 2,120 msnm, con el uso de materiales adaptados a ese ambiente, sin que se afecte su rendimiento.

Cuadro 4. Relaciones entre fuentes de variación y características de planta en el CEVAF; cuadrados medios y significancia, segunda fecha de siembra primavera-verano 2016.

CICLO	Días a floración	Fin de Floración	Días a madurez	Altura de planta (cm)	Longitud de racimo en 1ra generación	Peso de racimo en 1ra generación	Peso de mil semillas	Rendimiento (kg ha^{-1})
1da. FS	68	83	143	233	64	2674	380	2473
23000	67^{a}	83^{a}	141^{b}	230^{a}	63^{a}	2459^{a}	376^{b}	2464^{a}
26000	67^{a}	82^{a}	143^{a}	237^{b}	63^{a}	2914^{b}	384^{a}	2482^{a}
3 R.AUX	67^{a}	83^{a}	141^{b}	216^{b}	59^{a}	2456^{b}	375^{b}	2137^{b}
4 R.AUX	67^{a}	82^{a}	143^{a}	252^{a}	68^{a}	2918^{a}	384^{a}	2850^{a}
promedio	**67**	**83**	**142**	**234**	**63**	**2684**	**380**	**2481**

CONCLUSIONES

El ciclo que más favorece el desarrollo del cultivo para HB-8 y 2B-5 es O-I con densidad de 23,000 plantas. ha^{-1} y tres riegos de auxilio, para P-V se recomiendan cuatro riegos de auxilio, densidad de 23,000 planta. ha^{-1} y los híbridos de mejor respuesta fueron HB-8 y Chinatan.

Se concluye que las variedades de R. communis estudiadas poseen características agronómicas que las diferencian entre sí, a la vez que demostraron la existencia de particularidades relevantes para la producción de aceite en función del contenido de sus semillas, la producción por planta y el estimado por unidad de área. Por ello se considera que la R. communis representa una buena opción en términos de su empleo para la producción de aceite, el cual se puede destinar a la producción de biodiesel, así como de otros derivados

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amorim N. M. da S., Araujo, A. E. de Beltrão, N. E. de M. 2001. Clima e solo. En Pedrosa de A., M, Lima F., E. Ed. O. Agronegocio da mamona no Brasil. Embrapa Algodão, Campina Grande. pp. 62-76.

Beltrão, N. E. M. 2001. Fitología. En: Azevedo, D. M. P.; E. L. Lima. (eds). El agronegocio del ricino en Brasil. Brasilia: Embrapa Información Tecnológica. pp: 37-61.

Chan, A.; Crabtree, J.; Zhao, Q.;Lorenzi, H.; Orvis, J.; Puiu, D.; Melake-Berhan, A.; Jones, K.; Redman, J.; Chen, G.; Cahoon, E.; Gedil, M.; Stanke, M.; Haas, B.; Wortman, J.; Fraser-Liggett, C.; Ravel, J. and Rabinowicz, P. 2010. Draft genome sequence of the oilseed species Ricinuscommunis.Nature biotechnology. 28(9):951-956

Cardona A., C. A.; Orrego A., C. E.; Gutiérrez M., L. F. 2009. La higuerilla: una alternativa agroindustrial. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Ed. Artes Gráficas Tizán. 28(9):951-956.

Elías-X, 2012. Tratamiento y valorización energética de residuos. Fundación Universitaria Iberoamericana, Madrid, ESP. (Idem)

Falasca, S. L.; Ulberich, A. C. y Ulberich, E. 2012. Developing an agro-climatic zoning model to determine potential production areas for castor bean (Ricinus communis L.). Industrial Crops and products. (40): (185-191).

FAOSTAT. 2011. Dirección de Estadística. http://faostat3.fao.org/home/S.

Flemming, N. & de Jongh, J. 2011. Castor (Ricinus communis). Potential of castor for bio-fuel production. FACT Project No. 146/WW/001. FACT Fundation. [Disponible en:] http://www.fact-foundation.com/media_en/factsheet_castor. [05/11/2012]. (Idem)

Jiménez, G. A. M; Ramírez, M.E.; Gallegos, G. R.; Ruíz T. J. D, y Aquiles, C. C. A., 2014. Manual gráfico para la descripción varietal de la higuerilla (Ricinus comunnis L.). 2014 Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 78 p. (Idem)

Goytia-Jiménez, M. A.; Gallegos-Goytia, C. H. & Núñez-Colín, C. A. (2011). Relación entre variables climáticas con la morfología y contenido de aceite de semillas de higuerilla (Ricinus communis L.) de Chiapas. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente, 17(1), 41-48.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. www.inegi.org.mx fecha de consulta el 28 de octubre 2017.

http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=925048&cityname=Juan-Jos%E9-R%EDos-Sinaloa-Mexico. Fecha de consulta el 28 de octubre 2017.

Machado, C. G.; Martins, C. C.; Silva, L. B. and Cruz, S. C. C. 2009. Acta Scientiarum. Agronomy. (31):293-299.

Machado, R.; Suárez, J. & Alfonso, M. (2012). Caracterización morfológica y agroproductiva de procedencias de Ricinus communis L. para la producción de aceite. Pastos y Forrajes, 35(4), 381-392.

Moshkin, V. A. 1986a. Botanical and biological properties of castor.

Moshkin, V. A. and Alekseev, A. P. 1986b. Ripening of seeds. In: Moshkin, V.A. (Ed.). Castor. New Delhi, Amerind. 315 p.

Msaakpa, T.S.; M.o. Obasi. 2014. Corraled studies between growth and yield charaders of castro Bean (Ricunus communis L). int. J. Sci. Res. Publ. 4(7):1-10.

Pabón, G. G. 2010. Estudio de las características botánicas y etnobotánicas de higuerilla (Ricinus communis L.). Cultivos energéticos alternativos. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 9-23.

Paola Andrea-Rivera, et al; 2016. Evaluación de rendimiento y calidad de aceite de siete de *Ricinus comunes* L. Agronomía Mesoamericana, vol. 27, núm. 1, pp. 183-189 Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica Revista Mesoamericana.

Rafael-Rodríguez y Alfredo-Zamarripa, 2013. Competitividad de la higuerilla (*Ricinus communis L*) para biocombustible en relación a los cultivos actuales en el edo. De Oaxaca, México 1. http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/143921/2/12%20Higuerilla%20INIFAP_%20OAXACA.pdf

Rico, P. H.; Tapia, V. L.; Teniente, O. R.; González, A. A.; Hernández, M.; Solís, B. J.& Zamarripa, C. A. 2011. Guía para cultivar higuerilla (Ricinuscommunis L.) en Michoacán. Boletín Técnico 1. INIFAP. 42 pp.

Rodríguez, H.; & Zamarripa, C. 2011. Competitividad de la higuerilla *Ricinus communis* L para biocombustible en relación a los cultivos actuales en Oaxaca, México. Reunión Nacional del Innovación Agrícola, 6, 353.

ESTUDIO DE LAS UNIDADES DE PRODUCCION DE MANGO EN GÓMEZ FARÍAS, LLERA Y XICOTÉNCATL, TAMAULIPAS

STUDY OF THE MANGO PRODUCTION SYSTEM IN GÓMEZ FARÍAS, LLERA AND XICOTÉNCATL, TAMAULIPAS

Felipe-Victoriano, Moisés[1*]; Barrón-Bravo, Oscar Guadalupe[2]; Mireles-Rodríguez, Epifanio

[1]Campo Experimental Las Huastecas, INIFAP, Carretera Tampico-Mante km 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas. [2]Unidad Académica Multidisciplinaria Mante, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Av. Juárez, Jardín, C.P. 89840 Ciudad Mante, Tamaulipas. México. Autor principal: *felipe.moises@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se realizó la caracterización del sistema de producción de mango en el sur de Tamaulipas, se aplicaron 55 encuestas, el cuestionario se estructuró en identificación del productor y caracterización de las unidades de producción familiar (UPF). El 100 % de los productores son del sexo masculino, su edad oscila de los 35 a 76 años, la edad promedio es de 56 años, el 40 % cuenta con estudios de primaria, el 36 % con secundaria, un 20 % con educación media superior y 4 % cuenta con nivel de licenciatura y postgrado. Las UPF se caracterizan por tener una producción diversificada donde se combinan actividades agrícolas y pecuarias. El 60 % de la tenencia de la tierra es ejidal, mientras que el restante 40 % tienen establecidas sus huertas en terrenos de pequeña propiedad. El 64 % de las huertas se encuentran en pendiente fuerte y pendiente suave. Los cultivares que se siembran son principalmente Kent, Tommy Atkins y Keitt con 48, 40 y 8 %, respectivamente; en marcos de plantación de 10×10, 8×8, 6×6 y 5×5 metros entre hileras. La cosecha se realiza de forma manual, con un rendimiento promedio en la región de 5,420 kg/ha.

ABSTRACT

The characterization of the mango production system in southern Tamaulipas was carried out, 55 surveys were applied, the questionnaire was structured in identification of the producer and characterization of the family production units (FPU). The 100 % of producers are male, their age ranges from 35 to 76 years, the average age is 56 years, 40 % have primary education, 36 % with secondary, 20 % with secondary education higher and, 4 % have a bachelor's and postgraduate level. The FPU are characterized by having a diversified production where agricultural and livestock activities are combined. The 60 % of land tenure is ejidal, while the remaining 40 % have established their orchards on land of small ownership. 64 of the orchards are on steep slopes and gentle slopes. The cultivars that are sown are mainly Kent, Tommy Atkins and Keitt with 48, 40 and 8 %, respectively; in planting frames of 10×10, 8×8, 6×6 and

5×5 meters between rows. The harvest is carried out manually, with an average yield in the region of 5,420 kg/ha.

INTRODUCCIÓN

En México el mango se cultiva en los estados de Veracruz, Sinaloa, Chiapas, Nayarit, Oaxaca, Michoacán, Tabasco, Jalisco, Colima, Guerrero, Tamaulipas y San Luis Potosí (Urías *et al*., 2019). En estos estados, se siembran principalmente los cultivares de mango Manila (35 %), los denominados mango Petacón (25 %), así como variedades criollas (40 %) (Gálvez *et al*., 2007; Monter y Aguilera 2011). Cabe destacar que México es el principal exportador de este fruto, debido a la buena calidad del producto, a los Estados Unidos (Huang y Huang, 2007).
En los municipios de Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl, Tamaulipas, el cultivo de mango es de gran importancia, debido a que la zona cuenta con un alto potencial de desarrollo por las condiciones de clima y suelo. El SIAP (2019) estimó que en los municipios de Gómez Farías y Xicoténcatl se tienen establecidas unas 683 ha, mientras que en el municipio de Llera registró un estimado de 100 ha de mango. En esta región, donde los productores son de escasos recursos y se encuentran en alta marginación, no se ha realizado algún estudio de diagnóstico en las unidades de producción familiar (UPF); por lo que se desconoce acerca del sistema de producción bajo estas condiciones. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue caracterizar el sistema de producción del cultivo de mango en localidades con alta y muy alta marginación de los municipios de Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl en el estado de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó de febrero a marzo de 2020. La caracterización del sistema de producción de mango se realizó en los municipios de Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl, Tamaulipas, que se encuentran localizados entre los paralelos 22° 52’ y 23° 40’ N. El clima que predomina en estas regiones es principalmente cálido subhúmedo con lluvias, semicálido subhúmedo y semiseco muy cálido con lluvias en verano.

Los municipios se delimitaron de acuerdo con los lineamientos del Programa de Desarrollo implementado por La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) en 2019, en localidades con alta y muy alta marginación. El estudio se realizó en los Ejidos Nuevo Pensar del Campesino y Cabecera Municipal (Gómez Farías); Santa Fé, El Peñón, El Guayabo, La Libertad (Llera de Canales) y Vicente Guerrero (Xicoténcatl). Se aplicó un muestreo simple aleatorio aplicando las metodologías de Rojas (1979) y Aguilar (2005), tomando en cuenta a

149 productores de la región. A partir de los cuales se calculó como un total de 55 encuestas (37 %) requeridas de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$n = \frac{\frac{Z^2 p_n q}{d^2}}{1 + \frac{Z^2 p_n q}{Nd^2}}$$

Dónde: Z= Nivel de confianza (95 %); d= Nivel de precisión (10 %); Pn= Proporción de la población que pertenece al grupo de interés (0.8); q= (1-pn) = 0.2; N= Tamaño de la Población; n= tamaño de la Muestra

El trabajo de campo consistió en la aplicación de 55 encuestas con 65 preguntas en los municipios de Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl. El cuestionario fue estructurado en las siguientes secciones: identificación del productor y caracterización de las unidades de producción familiar (UPF). El 45 % de las encuestas se realizaron en reuniones en el ejido Vicente Guerrero, en el municipio de Xicoténcatl y el 55 % se realizó en sus unidades de producción familiar. Con la información recabada se generó una base de datos en el programa Microsoft Excel, el análisis de la información se realizó mediante estadística descriptiva como medias, frecuencias y porcentajes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 55 encuestas aplicadas el 49.1 % (n=27) correspondió a mango y el 50.9 % (n=28) a nopal. En este trabajo se describirá la caracterización agronómica de las unidades de producción de los productores de mango. Las encuestas se realizaron en siete Ejidos (Tabla 1), el 100 % de los productores fueron del sexo masculino, su edad osciló entre los 35 y 76 años. La edad promedio fue de 56 años, la población más joven de los encuestados corresponde al 25 % con un rango de edad de 35 a 45 años, mientras que el 3.7 % correspondió a los de mayor edad (>75 años). Lo anterior concuerda con lo reportado por Alul y González (2003), quienes mencionaron que el sexo masculino (mayor al 90 %) se concentra principalmente como productores de hortalizas y frutales, con una edad promedio de 50 años (rango de 40 a 60 años), lo anterior se debe a que en las comunidades rurales los hombres son los únicos proveedores de sus familias (Rojas, 2016).

Tabla 1. Municipios y Ejidos objeto de estudio de proyecto PRODETER concurrencia.

Municipio	Ejido	No. de encuestados
Gómez Farías	Gómez Farías	11
	Nuevo Pensar del Campesino	4
Llera de Canales	El Guayabo	5
	La Libertad	2
	Santa Fe	1
	El Peñón	2
Xicoténcatl	Vicente Guerrero	2
Total		27

Nivel de estudios de los productores: El 40 % de los productores encuestados cuenta con estudios de primaria, el 36 % con secundaria, un 20 % con educación media superior y 4 % cuenta con nivel de licenciatura y postgrado. Por lo general en localidades con alta y muy alta marginación los niveles de escolaridad son bajas, se concentra un mayor porcentaje de productores con estudios con nivel primaria y las cifras disminuyen hacia los niveles superiores (Betancourt y Pulido, 2006). Esta tendencia se puede observar en distintos sistemas producto, por ejemplo, en un estudio en comunidades productoras de mezcal con alta marginación en el estado de Oaxaca se menciona que el nivel de escolaridad de nivel primaria o trunca es de 50 % y un 28 % con estudios de secundaria (Cruz *et al*., 2019), resultados con tendencias similares se obtuvieron en este trabajo.

Respecto a los años como productores de mango, el 12 % tiene menos de 10 años de dedicarse al cultivo, el 16 % tiene de 11 a 20 años como productor, el 12 % tiene entre 21 y 30 años y el 60 % tiene más de 30 años como productor (Tabla 2). Cabe resaltar que hay productores que tienen más de 50 años de dedicarse a esta actividad. Respecto a lo anterior, Rogers (1995) y Baltazar *et al*., (2011), mencionaron que una limitante en adultos mayores es la adopción y aplicación de nuevas tecnologías en sus sistemas de producción.

Unidades de producción de mango: Las unidades de producción familiar se caracterizan por tener una producción diversificada, donde se combinan actividades agrícolas y pecuarias. El 100 % de los encuestados se dedica a la producción de mango como actividad primaria; mientras que el 64 % como actividad secundaria, se dedica a la producción de nopal, maíz, frijol, naranja, plátano y palmilla bajo el sistema agroforestal. La producción de granos básicos

y plátano se realiza exclusivamente para autoconsumo, mientras que el nopal y la naranja lo producen con fines comerciales.

El 24 % se dedica a la ganadería de traspatio, principalmente de aves y bovinos, mientras que un 12 % mencionó no dedicarse a otra actividad agropecuaria por lo que solo son productores de mango. La producción en sistemas agroforestales y silvopastoriles mejoran la producción, apoyan a la soberanía alimentaria, la conservación de la biodiversidad en las unidades de producción y pueden adaptar y mitigar los efectos del cambio climático (Soto y Jiménez, 2018). Así mismo, se ha demostrado que la implementación de esta práctica en las unidades de producción de mango las hace más productivas y económicamente más rentables, respecto al sistema tradicional de monocultivo; debido a que la productividad no depende de una sola especie vegetal (Montiel *et al.,* 2006a; Montiel *et al*., 2006b).

Tabla 2. Edad, años como productor y nivel de estudios de productores de mango en los municipios de Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl.

Edad (años)	%	Años como productor	%	Nivel de estudios	%
35-45	25.9	<10	12	Primaria	40
45-55	22.2	11-20	16	Secundaria	36
55-65	22.2	21-30	12	Educación media superior	20
65-77	25.9	>30	60	Licenciatura-posgrado	4
>65	3.7				

El 60 % de la tenencia de la tierra es ejidal, mientras que el 40 % de los productores tienen establecidas sus huertas en terrenos de pequeña propiedad. En las localidades rurales la tenencia de la tierra es principalmente ejidal, esto debido a que el gobierno posterior a la revolución mexicana y a presiones del campesinado otorgó tierras bajo la forma de ejidos y de restitución de bienes comunales (Tarrío y Concheiro, 2006). Los terrenos donde están establecidas las huertas, el 32 % son planas, un 32 % se encuentran en ladera suave y 32 % se encuentran en pendientes fuerte; sólo el 4 % de las huertas se encuentran en terrenos ondulados. Por lo que, en el 68 % de la región se dificulta aplicar tecnologías relacionadas con maquinaria; por ejemplo, la aplicación a mayor escala de productos químicos para control de plagas y enfermedades.

Los productores de mango tienen diferentes superficies sembradas, en general las huertas oscilan entre 0.25 y 7 ha, con un promedio por productor de 1.85 ha. Las variedades que tienen sembradas en la región son los denominados mangos petacones, por importancia son: Kent, Tommy Atkins y Keitt con 48, 40 y 8 %, respectivamente. Mientras que el 4 % de los productores desconocían el nombre de la variedad sembrada, sólo mencionaron que era mango petacón (Tabla 3). En las regiones productoras de mango petacón los principales cultivares que se siembran son Tommy Atkins y Kent debido a sus características de sabor, aroma y tamaño (Monter y Aguilera, 2011; Vargas *et al*., 2016), lo que concuerda con lo observado en este trabajo.

Tabla 3. Actividades agropecuarias, pendiente de terreno y variedades sembradas en los ejidos objeto de estudio.

Actividades agropecuarias	%	Tipo de pendiente	%	Variedad	%
Agrícolas	64	Pendiente fuerte	32	Kent	48
Pecuarias	24	Ladera suave	32	Tommy Atkins	40
No realiza otra actividad	12	Ondulado	32	Keitt	8
		Plano	4	Otro	4

Sistemas de producción de mango: Las distancias de plantación son variadas, el 68 % de los productores tiene sembrado los árboles a distancias de 10×10 m entre hileras con una densidad de 100 árboles por hectárea. El 16 % mencionó que la distancia es de 8×8 m entre hileras, con una densidad de 156 árboles por hectárea. El 12 % tiene los árboles a una distancia de 6×6 m con una densidad de 277 plantas por hectárea. Un 4 % mencionó tener plantaciones a una distancia de 5×5 m entre hileras. Los sistemas de plantación y densidad de plantación de las huertas de mango concuerdan con lo reportado por Tucuch *et al*. (2005).

La cosecha de la fruta se realiza exclusivamente de forma manual, con un rendimiento promedio en la región de 5,420 kg por hectárea. La venta de la fruta se realiza directamente con un intermediario, el cual va a recoger la fruta en las huertas. De la producción que se obtiene sólo el 16 % de los productores transforma la fruta en subproductos como mermeladas.

CONCLUSIONES

Los principales componentes tecnológicos que emplean son variedades de mango petacón adaptadas a la región, las densidades de plantación son óptimas, no obstante, el nivel de

tecnología empleado en el sistema de producción es bajo. Las UPF tienen una producción diversificada, una gran mayoría de los productores practica la agroforestería, lo que les permite generar ingresos extras. Los rendimientos en la región son bajos respecto a la media nacional; para incrementar la producción se deben proporcionar asesoría técnica, cursos de capacitación y transferencia de tecnología en las UPF.

AGRADECIMIENTOS

Al gobierno del estado de Tamaulipas, los productores que conforman el PRODETER "Productores de la Huasteca Tamaulipeca" de los Municipios de Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl, Tamaulipas. Al Ing. Feliciano Camacho Nava y MVZ Rogelio Ramírez Flores por todas las facilidades y disposiciones otorgadas para realizar este estudio.

REFERENCIAS

Alul, E., y González, P. 2003. El impacto de la agricultura familiar campesina en la economía de la región del Maule. *Panorama Socioeconómico*, (27), 0.

Baltazar, B.E., Maciel, P.L.H., Macías, V.L.M., Cortés, Ch.M.A., Domínguez, L.R.F., y Robles E.F.J. 2011. Caracterización de productores de tres municipios de Aguascalientes. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *2*(SPE1), 31-40.

Betancourt, Y.P., y Pulido, P. 2006. Actitud de los agricultores hacia el manejo y conservación del suelo y agua en dos comunidades rurales del Estado Lara, Venezuela. *Bioagro*, *18*(3), 155-161.

Cruz, D.L.G., López, A.T., y Escamirosa, T.C. 2019. Cadena de valor y participación en el mercado de pequeños productores de mezcal de tres comunidades en Oaxaca/mezcal small producers value chain and market participation of three communities in Oaxaca. *Universidad&Ciencia*, *8*, 121-134.

Gálvez, L.D., Adriano, A.M.L., Villarreal, T.C., Mayek, P.N., y Salvador, F.M. 2007. Diversidad isoenzimática de mangos criollos de Chiapas, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, *13*(1), 71-76.

Huang, S.W., and Huang, K.S. 2007. Increased US imports of fresh fruits and vegetables. Washington, DC: US Department of Agriculture, Economic Research Service.

Monter, A.V., and Aguilera, A.M. 2011. Advances in México fruitculture. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *33*(SPE1), 179-186.

Montiel, A.G., Krishnamurthy, L., Vázquez, A.A., y Uribe, G.M. 2006a. Opciones agroforestales para productores de mango. *Terra Latinoamericana*, *24*(3), 409-416.

Montiel, A.G., Krishnamurthy, L., Vázquez, A.A., y Uribe, G.M. 2006b. Opciones agroforestales para productores de palma de coco en el estado de Michoacán, México. *Terra Latinoamericana*, *24*(4), 557-564.

Rogers, E.M. 1995. Diffusion of innovations. Fourth edition. Free Press. New York, USA.

Rojas, O.L. 2016. Mujeres, hombres y vida familiar en México. Persistencia de la inequidad de género anclada en la desigualdad social. *Revista Interdisciplinaria de Estudios de Género de El Colegio de México*, *2*(3), 73-101.

Soto, P.L., y Jiménez, F.G. 2018. Contradicciones socioambientales en los procesos de mitigación asociados al ciclo del carbono en sistemas agroforestales. *Madera y bosques*, *24* (SPE).

Tarrío, G.M., y Concheiro, B.L. 2006. Chiapas: los cambios en la tenencia de la tierra. *Argumentos (México, DF)*, *19*(51), 31-71.

Tucuch, C.F.M., Pérez, A.P., Ku, N.R., y Guzmán E.C. 2005. Manejo del cultivo de mango en el estado de Campeche. Folleto técnico INIFAP. 26 pg.

Urías, L.M.A., García, Á.N.C., Hernández, F.L.M., y González, C.J.A. 2019. Interacción de factores ambientales y enemigos naturales con poblaciones de *Aulacaspis tubercularis* Newstead en Nayarit, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *10*(4), 885-895.

Vargas, M.A., Hernández, C.E., Damián, N.A., Mora, A.J.A. y Palemón, A.F. 2016. Crecimiento de cinco cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) con alto potencial productivo en la Costa Chica de Guerrero, México. Tlamati, 7(1), 31-35.

LIMITACIONES TECNOLÓGICAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MANGO EN LA REGIÓN CENTRO DE TAMAULIPAS

TECHNOLOGICAL LIMITATIONS IN MANGO PRODUCTION SYSTEM IN THE CENTRAL REGION OF TAMAULIPAS

Franco-Gaytán, Iván[1*]; Felipe-Victoriano, Moisés[3]; Maciel-Torres, Sandra Patricia[2]; Barrón-Bravo, Oscar Guadalupe[3]

[1]Campo Experimental La Laguna-INIFAP, Matamoros, Coahuila, México. CP. 27440.
[2]Campo Experimental General Terán, INIFAP. General Terán, Nuevo León. México
[3]Campo Experimental Las Huastecas, INIFAP. Carretera Tampico-Mante km 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas. Autor principal: *franco.ivan@inifap.gob.mx

RESUMEN

En el estado de Tamaulipas en los municipios de Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl, se tienen establecidas alrededor de 783 ha de mango, siendo este cultivo fuente de ingreso para productores, en particular, de escasos recursos económicos; sin embargo, la producción se realiza con bajo nivel tecnológico, por lo que es necesario promover y realizar capacitaciones técnicas que pudieran ser adoptadas por los productores de la región. Un primer paso, es detectar las limitantes tecnológicas que se tienen en el sistema de producción. Por lo que el objetivo del estudio fue ubicar estas limitaciones a través de una caracterización del cultivo de mango en Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl, Tamaulipas. Para ello, se aplicaron 55 encuestas a productores pertenecientes al proyecto de PRODETER "Productores de La Huasteca Tamaulipeca". Las encuestas se aplicaron en siete localidades con marginación alta y muy alta. Las principales limitantes tecnológicas detectadas fueron respecto al manejo nutritivo en las huertas, el manejo fitosanitario, las podas y el riego, así como una desarticulada cadena de comercialización. Tomando como base la información obtenida en el presente estudio, es posible diseñar un programa de capacitación y transferencia de tecnología aplicable a la región con la finalidad de mejorar e incrementar la producción de mango.

ABSTRACT

In Tamaulipas state, in Gómez Farías, Llera and Xicoténcatl, around 783 ha of mango have been established, this crop being a source of income for farmers, in particular, the poorest; However, production is carried out with a low technological level, so it is necessary to promote and carry out technical training that could be adopted by the regional farmers. A first step is to detect the technological limitations that exist in the production system. Therefore, the objective of the study was to locate these limitations through a characterization of the mango crop in Gómez Farías, Llera and Xicoténcatl, Tamaulipas. For this, 55 surveys were applied to farmers belonging to the PRODETER project

"Productores de La Huasteca Tamaulipeca". The surveys were applied in seven localities with high and very high marginalization. The main technological limitations detected were with respect to nutritional management in orchards, phytosanitary management, pruning and irrigation, as well as a disjointed marketing chain. Based on the information obtained in this study, it is possible to design a training and technology transfer program applicable to the region in order to improve and increase mango production.

INTRODUCCIÓN

En México, el estado de Tamaulipas cuenta con una superficie de 1,525,263 ha de uso agrícola, de las cuales 36.2% son de riego y 68.8% son de temporal, allí trabajan alrededor de 94,907 productores. En los municipios de Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl, se producen cítricos, caña de azúcar, soya, sorgo y mango. Este último destaca debido a que en la región se encuentran las condiciones agroambientales para su producción. En el 2019 el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), estimó que en estos municipios se encuentran plantadas alrededor de 783 ha de mango. En el municipio de Gómez Farías, además del cultivo de mango los habitantes se dedican a actividades artesanales y ecoturismo, ya que se encuentran en una zona visitada por turistas nacionales y del extranjero (Carrera *et al*., 2016). En Llera y Xicoténcatl, los habitantes también se dedican al cultivo de maíz y frijol para autoconsumo, en superficies no mayores a una hectárea en condiciones de temporal, así como a actividades ganaderas, en particular, pequeñas especies.

Dichos municipios tienen comunidades con marginación alta a muy alta, por lo que la producción agropecuaria la realizan con uso bajo de tecnológicas. Derivado de lo anterior, se realizó un estudio para conocer las limitaciones tecnológicas que tienen las Unidades de Producción Familiar (UPF), con el objetivo de obtener información que permita diseñar programas de asistencia técnica y transferencia de tecnología que ayuden a mejorar la producción de mango en Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl, Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los municipios de Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl, Tamaulipas, entre los paralelos 22° 52' y 23° 40' N, en las localidades con marginación alta y muy alta. Los climas que predominan en esta región son principalmente cálido subhúmedo con lluvias, semicálido subhúmedo y semiseco muy cálido con lluvias en verano (INEGI, 2018).

Se aplicó un muestreo simple aleatorio mediante las metodologías descritas por Rojas (1979) y Aguilar (2005). El universo muestral fueron los 149 productores afiliados al proyecto de

PRODETER “Productores de La Huasteca Tamaulipeca”. A partir de los cuales se calculó el número de encuestas a realizar (55 encuestas) a través de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{\frac{Z^2 p_n q}{d^2}}{1 + \frac{Z^2 p_n q}{Nd^2}}$$

Dónde: n= tamaño de la muestra; Z= Nivel de confianza (95%); p_n= Proporción de la población que pertenece al grupo de interés (0.8); q= (1-pn) = 0.2; d= Nivel de precisión (10%); N= Tamaño de la Población.

El trabajo de campo consistió en la aplicación de 55 encuestas con 65 preguntas en los Ejidos Nuevo Pensar del Campesino (Gómez Farías); Santa Fé, El Peñón, El Guayabo, La Libertad (Llera de Canales) y Vicente Guerrero (Xicoténcatl). El cuestionario se estructuró con los siguientes apartados: identificación del productor, caracterización técnico-productiva y comercialización. Con la información recabada se generó una base de datos en el programa Microsoft Excel, la interpretación de la información se realizó a través de frecuencias con los que se obtuvieron porcentajes (%) y se generaron gráficos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Asesoría técnica: Una de las limitantes detectadas en la región es la falta de asesoría técnica. El 68% de los productores mencionó que realizan su actividad sin apoyo técnico (Figura 1A). Esta tendencia es común en sistemas de producción agropecuarios (Macedo *et al*., 2003; Hernández *et al*., 2011; López *et al*., 2019).

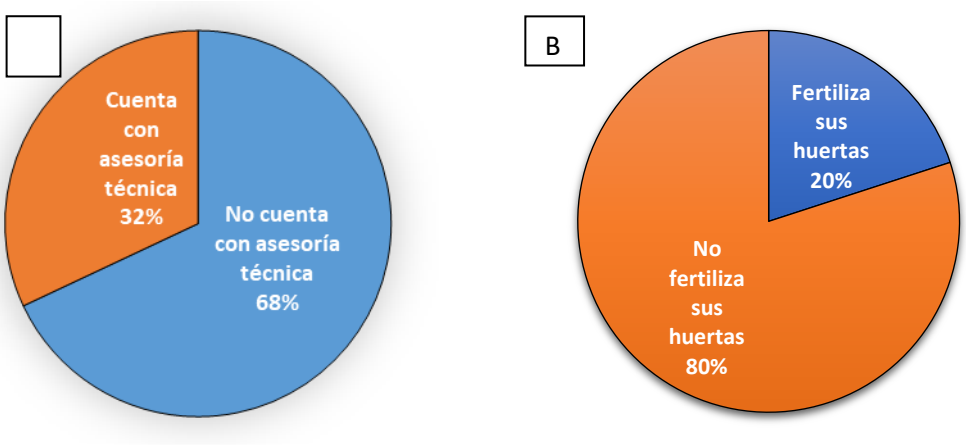


Figura 1. A) Asistencia técnica y B) nutrición en el cultivo de mango, en los municipios de Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl, Tamaulipas.

Nutrición de cultivos: El total de productores carece de referencias técnicas para la aplicación de fertilizantes. Aunado a lo anterior, el 20% fertiliza las huertas sin saber cómo hacerlo de forma correcta (Figura 1B). Asimismo, el 12% utiliza fertilizantes orgánicos con base en lixiviado de humus de lombriz producido en forma artesanal y es aplicado de manera foliar. Sólo el 8% fertiliza sus huertas con fertilizantes químicos comerciales, (sulfato de amonio, triple 17 y urea). Al respecto, Avilan, (1999) menciona que el análisis de suelo es una de las principales herramientas para diagnosticar las deficiencias nutricionales en el cultivo de mango. A partir de los cuales, se pueden estimar las dosis de fertilización que requiere el cultivo en sus diferentes etapas fenológicas. Por lo que es importante capacitar a los productores sobre el uso de información de análisis de laboratorio como referencias técnicas para una correcta nutrición del cultivo, esto ayudaría a incrementar la productividad del mango.

Manejo fitosanitario: El control de malezas es uno de los principales problemas en la agricultura, en el sistema de producción de mango, el 28% combina métodos manuales y químicos de acuerdo con la capacidad de inversión de cada productor. Un porcentaje igual indicó que sólo usa control químico en el combate de malezas y 44% únicamente lo realiza en forma manual (Figura 2). El mayor uso de métodos manuales o su combinación con métodos químicos se debe al bajo poder de inversión de los productores de mango del área de estudio (Arias *et al*., 2019).

El total de productores mencionó que sólo realiza control de mosca de la fruta, a través de métodos químicos, se aplican productos como Alatión (Organofosforado), Piretroides (Cipermetrina, Deltametrina) y trampas de captura con atrayentes. Debido a las condiciones

climáticas en la región se favorece la proliferación de plagas de importancia económica o cuarentenaria (Isiordia *et al*., 2011). Por ello, es necesario implementar programas de capacitación para que sea más eficiente el control fitosanitario (Orona *et al*., 2006).

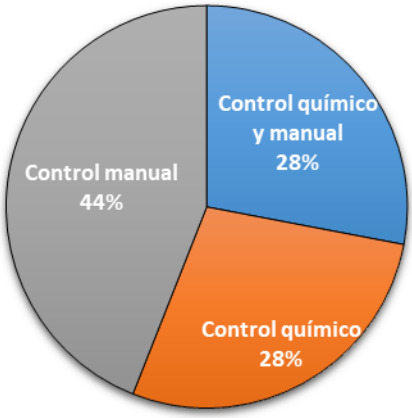


Figura 2. Método de control de malezas empleado por productores de mango, en los municipios de Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl, Tam.

Podas: En el municipio de Gómez Farías los árboles no son podados. Esto se debe a que en el municipio se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera el Cielo y las huertas se ubican en una zona de amortiguamiento, por lo que las podas están prohibidas, debido a ello, los árboles de mango son altos, dificultando la cosecha. La poda es necesaria, debido a que permite dar una correcta formación a los árboles lo que incrementa la floración y con ello se obtienen frutos de mejor calidad; también incrementa la aireación y la entrada de luz a través de la copa de los árboles (Valdivia, *et al*., 2007; Vázquez *et al*., 2009). Además, en árboles con una correcta poda, se pueden aplicar medidas eficientes contra plagas y enfermedades (Pérez *et al*., 2016).

Comercialización: Los canales de comercialización son deficientes, el total de los productores venden la producción a intermediarios quienes fijan los precios. Lo cual es común en el medio agropecuario, en particular, en unidades de producción familiar (Craviotti y Wilches, 2015). Por lo que es necesario promover la creación de centros de acopio administrado por los propios productores, para que a través de ellos se busquen mejores precios para la venta del mango. Además, a través de la organización de los productores se puede mejorar la infraestructura de las huertas y las vías de comunicación.

Desafíos climáticos: Los desafíos climáticos en la región son respecto a sequías prolongadas, vientos fuertes y erosión hídrica. Estos desafíos son enfrentados en la agricultura de temporal (Ayala *et al*., 2013), y pueden ser combatidos a través de la organización, con capacitación y adopción de tecnología.

CONCLUSIONES

Las limitantes tecnologías en el sistema de producción de mango en los municipios de Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl, son: manejo nutricional y fitosanitario inadecuado, la cadena de comercialización esta desarticulada. Es necesario que las instituciones gubernamentales en conjunto con los productores de la región diseñen y ejecuten propuestas que puedan superar las limitaciones tecnológicas que tiene el sistema de producción de mango en la región.

AGRADECIMIENTOS

Al gobierno del estado de Tamaulipas, los productores que conforman el PRODETER “Productores de la Huasteca Tamaulipeca” de los Municipios de Gómez Farías, Llera y Xicoténcatl, Tamaulipas. Al Ing. Feliciano Camacho Nava, MVZ Rogelio Ramírez Flores y a los extensionistas por todas las disposiciones otorgadas para realizar este estudio.

REFERENCIAS

Arias, D. M., Mora, R. E. G., y Romero, O. S. D. 2019. Uso de herbicidas en el control de malezas. Importancia de su conocimiento para el profesional agrónomo. *Opuntia Brava*, *11*(1), 204-210.

Avilan, L. 1999. Fertilización del mango en el trópico. *Informaciones Agronómicas. 34.*

Ayala, G. A. V., Schwentesius, R. R., Preciado, R. P., Almaguer, V. G., y Rivas, V. P. (2013). Análisis de rentabilidad de la producción de maíz en la región de Tulancingo, Hidalgo, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, *10*(4), 381-395.

Carrera, T. R., Lira, T. I., Martínez, G. L., y López, H. M. 2016. El jaguar Panthera onca (Carnivora: Felidae) en la Reserva de la Biosfera “El Cielo”, Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*, 64(4), 1451-1468.

Craviotti, C., y Wilches, R. S. 2015. Circuitos cortos de comercialización agroalimentaria: un acercamiento desde la agricultura familiar diversificada en Argentina. Mundo agrario, 16(33).

Hernández, P. P., Arroniz, J. V., Molina, H. C., Martínez, B. C., Rivera, P. D., y Ortiz, S. L. 2011. Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el estado de Veracruz, México. *Revista científica*, *21*(4), 327-334.

Isiordia, A. N., Díaz, H. M., García, M. O, Espino, A. R., Carvajal, C. y Flores, C. R. J. 2011. El cultivo de mango en Nayarit, acciones en impactos en materia fitosanitaria 1993-2010. *CONACYT*.

López, H. W. A., Garza, B. L. E., Cruz, G. B., y Nieto, A. R. 2019. Competitividad del limón persa en la región del Papaloapan, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(4), 921-934.

Macedo, R., Galina, M. A., Zorrilla, J. M., Palma, J. M., y Guerrero, J. P. 2003. Análisis de un sistema de producción tradicional en Colima, México. *Archivos de zootecnia*, *52*(200), 463-474.

Orona, C. I., Espinoza, A. J. D. J., González, C. G., Murillo, A. B., García, H. J. L., y Santamaría, C. J. 2006. Aspectos técnicos y socioeconómicos de la producción de nuez (Carya illinoensis Koch.) en la Comarca Lagunera, México. *Agricultura Técnica en México*, *32*(3), 295-301.

Pérez, B. M. H., Urías, L. M. A., Osuna, G. J. A., Pérez, L. A. I., Nolasco, G. Y., y García, Á. N. C. 2016. Efecto de poda en escama blanca y producción de mango 'Ataulfo'. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *7*(8), 1841-1853.

Valdivia, V. V., Barraza, M. H. P., y López, M. A. U. 2007. Evaluación de tipos de poda en árboles adultos de mango cultivar Ataulfo. *Revista CitriFrut*, *24*(2).

Vázquez, V. V., Pérez, M. H., Osuna, G. J. A., y Urías, L. M. A. 2009. Intensidad de poda sobre el vigor, producción y peso del fruto, del mango 'Ataulfo'. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, *15*(2), 127-132.

LINEA CANDIDATA A NUEVA VARIEDAD DE TRIGO DURO PARA MEXICALI BAJA CALIFORNIA

CANDIDATE LINE FOR A NEW VARIETY OF DURUM WHEAT FOR MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

Chávez-Villalba, Gabriela[1]; Alvarado-Padilla, Jorge Ivan[2]; Díaz-Ceniceros, Huizar Leonardo [1]; Borbón Gracia, Alberto[1] y Buitimea-Valenzuela, Maritza Janeth[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug. km. 12. Cajeme, Obregón, Sonora, México. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de Mexicali km. 7.5 San Felipe, Mexicali, B. C., México chavez.gabriela@inifap.gob.mx

RESUMEN

Durante el ciclo otoño-invierno 2019-2020, el trigo ocupó el primer lugar en superficie sembrada en Mexicali BC con 36,809 hectáreas. Camacho Oro C2020, es una línea de trigo duro (*Triticum durum*), candidata para su liberación y se distingue de otras variedades de su clase por su alto potencial de rendimiento y por mostrar buena calidad para la industria de las pastas. En este trabajo se describe las principales características fenotípicas y agroindustriales que hace posible solicitar su registro como nueva variedad para el noroeste de México.

ABSTRACT

During the 2019-2020 autumn-winter cycle, wheat ranked first in the sown area in Mexicali BC with 36,809 hectares. Camacho Oro C2020 is a durum wheat line (*Triticum durum*), candidate to be release and is distinguished from other varieties for its high yield potential and for showing good quality for the pasta industry. This paper describes the main phenotypic and agroindustrial characteristics that make possible to request its registration as a new variety for northwestern Mexico.

INTRODUCCIÓN

El trigo es uno de los cultivos de mayor importancia en el Noroeste de México. De acuerdo a los datos de la Delegación Estatal de la SADER en Mexicali durante el ciclo agrícola 2018-2019 este cereal ocupo una superficie de 36, 809 hectáreas de las cuales 29,464 ha se destinaron al trigo duro; es decir 80% del área. En general la siembra de trigo mostró una reducción en la superficie sembrada en 14% menos que el año anterior, esta reducción se debe a varios factores como la reducción de rendimiento de más de 110 kilogramos por

hectárea por año, mayor costo de producción la falta de crédito, se estimó que alrededor del 80% de los productores se encontraban en cartera vencida, (Alcántar-Figueroa *et al*., 2019). El objetivo del presente trabajo es describir las principales características fenotípicas, potencial de rendimiento y calidad de la línea candidata a variedad.

MATERIALES Y METODOS

Caracterización de la línea: esta línea se originó de la cruza simple de líneas avanzadas y queda como sigue: EUPODA_3/SLA_2//MINIMUS/3/PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3/7/ODIN_15/ WITNEK_1//ISLOM_1/5/TARRO_1/TISOMA_2//TARRO_1/3/COMB DUCK_2/ALAS// 4*COMB DUCK_2/4/SHAG_9/BUTO_17/6/VANRRIKSE_6.2//1A-1D2+12-5/3*WB881/5/TARRO_1/TISOMA_2//TARRO_1/3/COMB DUCK_2/ALAS//4* COMB y por tres ciclos consecutivos (2017-18, 2018-19 y 2019-20) se realizó en el Campo Experimental Norman E. Borlaug su caracterización morfológica, y su evaluación agronómica (días a espigamiento, madurez fisiológica y altura de planta). En Mexicali se estableció su siembra para evaluar su potencial de rendimiento. Para esta caracterización se usó el Manual Gráfico para la descripción de variedades de trigo, (SNICS, 2015). Las variedades testigo consideradas para descripción
morfológica fueron CIRNO C2008, Isabel Oro C2018 y Martínez C2016. *Análisis de rendimiento*: durante 2017-18 a 2019-20 se establecieron ensayos de rendimiento en terrenos del Campo Experimental de Mexicali (CEMEXI), localizado en el Valle de Mexicali, Baja California., los resultados de rendimiento fueron analizados y se realizó la prueba de selección en base a discriminación, prueba que consiste en establecer un porcentaje de incremento de rendimiento comparado con el rendimiento de las variedades testigo. Las variedades testigo consideradas para prueba de selección fueron CIRNO C2008 por ser la variedad más sembrada en el noroeste de México.

Análisis de calidad. En el laboratorio de calidad de trigo del Campo Experimental Norman E. Borlaug se analizaron parámetros físicos del grano (peso hectolítrico, peso de mil granos, y porcentaje de panza blanca y punta negra). Además de su contenido de proteína en grano y color de sémola

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de línea candidata: Planta de hábito de crecimiento erecto, con muy baja frecuencia de hoja bandera curvada. La espiga es densa y expresa una fuerte glauescencia en su vaina, cuello del pedúnculo y en su espiga, misma que presenta barbas color café a diferencia de En la espiguilla del tercio medio de la espiga la gluma muestra un hombro elevado y estrecho, no manifiesta vellosidad y su pico es derecho y longitud mediana. Su

grano de color ambar no presenta reacción al fenol. Su planta promedia una altura (tallo y espiga) de 87 cm, 4 cm superior a la altura de las variedades Martínez C2016 e Isabel Oro C2019. Su ciclo a espigamiento y madurez fisiológica promedia 74 y 116 días. Los coleoptilos muestran fuerte coloración de antocianinas muy similar a la variedad Isabel Oro C2018 y superior a Martínez C2016, Figura 1.

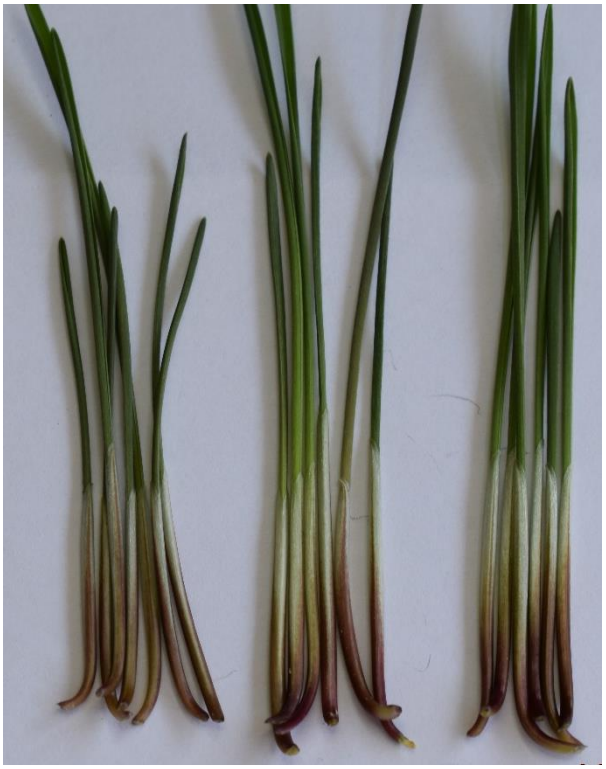
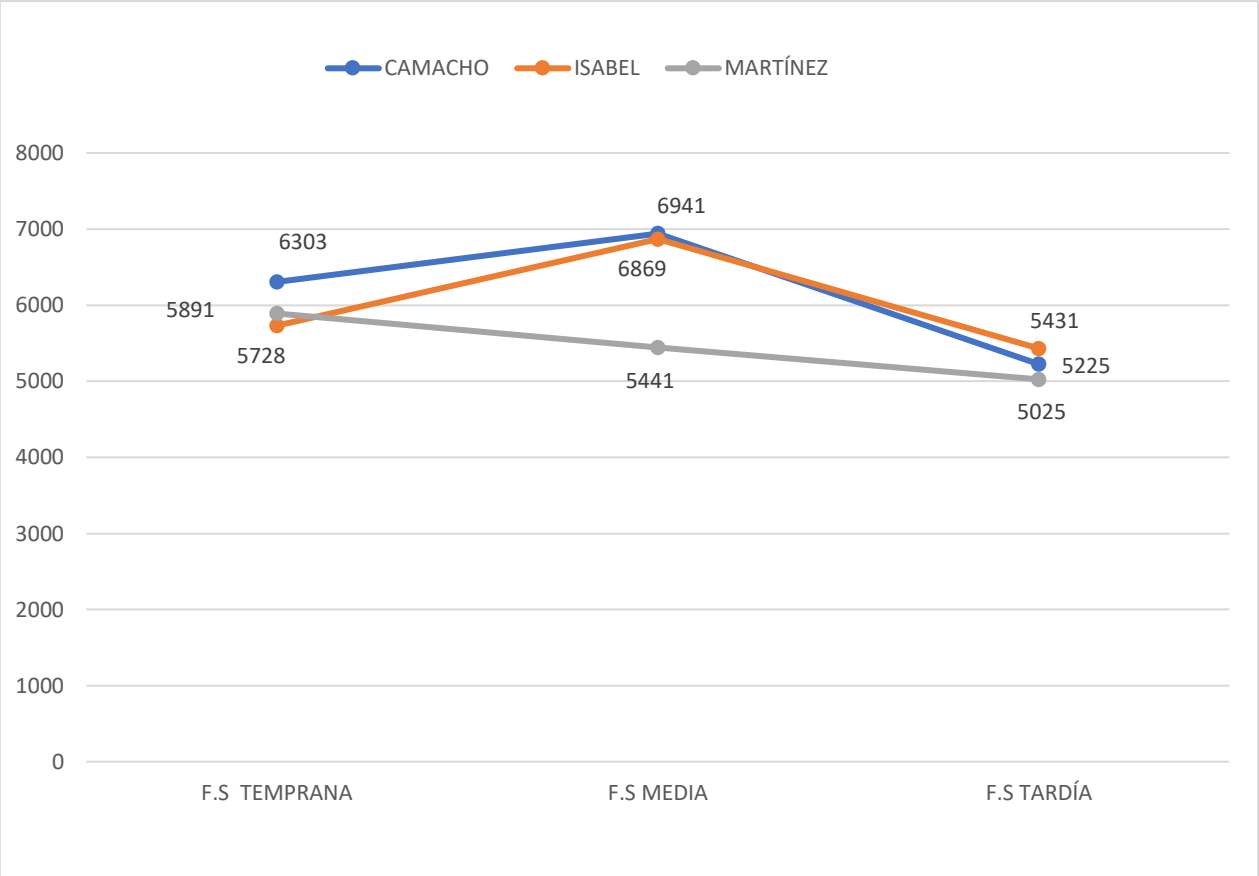


Figura 1. Antocianinas en coleoptilos de Martínez C 2016 (Izquierda), línea candidata (centro) e Isabel Oro C2018 (derecha).

Análisis de rendimiento: El rendimiento de grano es el parámetro más importante que considera el productor para tomar la decisión de la variedad para su siembra. Sin embargo, la fecha de siembra es un factor a considerar para analizar el potencial productivo de las variedades, al igual que el manejo agronómico (calendarios de riego, manejo de la fertilización y control de maleza, plagas y enfermedades. Los resultados de esta evaluación muestran que la variedad Martínez C2016 le favorecen las fechas de siembra iniciales a diferencia de Isabel Oro C2018 y Camacho Oro C2020 a las cuales les favorecen la fecha intermedia (Figura 2).



F.S= FECHA DE SIEMBRA TEMPRANA: 30 DE NOVIEMBRE; MEDIA: 15 DE DICIEMBRE; y TARDÍA: 30 DE DICIEMBRE

Figura 2. Rendimiento de grano de las Variedades Camacho, Martínez C2016 E Isabel Oro C2018 en tres fechas de Siembra en el CENEB

Cuadro 1. Rendimiento de grano y características sobresalientes de la línea CAMACHO ORO C2020 comparada con Martínez C 2016 e Isabel Oro C2018. Ciclos 2019-20.

Variable	Martínez C2016	Isabel Oro C2018	CAMACHO ORO C2020
Rendimiento (kg ha^{-1})	5452	6009	6156
Espigamiento (días)	77	77	74
Madurez Fisiológica (días)	119	123	116
Altura (cm)	83	83	87
Peso Específico (kg hl^{-1})	84	82	82.1
Proteína-Grano (%)	12.3	11.9	12.4
Color (b-Minolta)en 250 µm	25.9	33.2	32.0
Peso Mil Granos (gr)	50	55	57

***Análisis de Calidad*:** La industria molinera para la extracción de sémola y el fabricante de pastas requieren de variedades productoras de un grano con un elevado peso específico para garantizar una alta tasa de extracción, un elevado contenido de proteína que asegure la integridad de cocción de la pasta y un índice de color amarillo, muy deseado por el consumidor final. Al respecto la línea CAMACHO ORO C2020 promedió un peso específico de 82.1 kg hl^{-1}, peso de mil granos de 57 gr, 12.4% de proteína en grano (Cuadro 1), y un valor de pigmento de 26.5 puntos en la escala "b" del equipo Minolta (Figura 3). Superando a las variedades testigo en diferentes parámetros de calidad.

Figura 3. Sémola extraída de las variedades Martínez C2016 (izquierda), Camacho Oro C2020 (centro) e Isabel Oro C2018 (derecha).

CONCLUSIONES

La línea candidata es considerada una opción para mejorar el rendimiento de trigo cristalino en el noroeste de México. Por la intensidad del color amarillo de su sémola, tamaño de grano y mayor contenido de proteína, la línea candidata a su liberación representa una opción muy deseada por el mercado de exportación de trigo cristalino.

REFERENCIAS

Alcántar J. L., Chávez S. y Pérez J. R. (2019) Productividad y financiamiento para el cultivo de trigo en Baja California. El Economista. Recuperado de: https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Productividad-y-financiamiento-para-el-cultivo-de-trigo-en-Baja-California-I-20190204-0044.html

Chávez G., Alvarado J., Huerta J., Camacho M.A., Borbón A., Díaz H.L y Fuentes G (2019) Línea Candidata a nueva variedad de Trigo Harinero para el Estado de Sonora. Memoria del XXI Congreso de Mexicali 929-933 p.

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). 2015. Manual Gráfico para la Descripción Varietal. SAGARPA. 71 p.

INFLUENCIA DEL RIEGO Y CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DE LA TUNA EN LA CONCENTRACIÓN DE PIGMENTOS

INFLUENCE OF IRRIGATION AND STORAGE CONDITIONS ON THE PIGMENT CONCENTRATION IN PRICKLY PEAR

Cruz-Bravo, Raquel[1]*; Zegbe-Domínguez, Jorge[1]; Melero-Meraz, Valentín[1]; Hernández-Reyes, Ana Isabel[1]

[1]INIFAP Zacatecas, Carretera Zacatecas- Fresnillo Km. 20.5. Calera de V.R., Zacatecas. C.P. 98500. *E-mail: cruz.raquel@inifap.com.mx

RESUMEN

A nivel nacional, Zacatecas es el principal productor del nopal tunero; sin embargo, el consumo de la tuna está limitado a su estacionalidad, calidad y corta vida de anaquel, poco conocimiento en el manejo postcosecha, limitados canales de comercialización y desconocimiento de compuestos bioactivos que incrementen su valor, consumo, aprovechamiento y comercialización de productos derivados de la tuna. Por lo tanto, una alternativa a este problema puede ser la promoción del consumo de tuna con base en las propiedades nutracéuticas y a través de su transformación agroindustrial para darle valor agregado. Por otro lado, la implementación del riego en este cultivo por parte de los productores, ha sido en respuesta a mejorar el tamaño de la tuna y la productividad en busca de mercados internacionales. Con base en lo anterior, en este estudio se planteó el objetivo de observar la influencia del riego y condiciones de almacenamiento en la tuna variedad Roja Lisa sobre la concentración de pigmentos, los cuales pueden ser utilizados en la industria alimentaria, principalmente, como fuente de antioxidantes o en la industria de colorantes naturales, de esta manera, se puede dar valor agregado al cultivo. Los resultados indicaron una influencia en la condición hídrica del cultivo, ya que el temporal provoca una mayor concentración de betalaínas en el fruto. Por otra parte, las condiciones de almacenamiento de los frutos no presentaron una influencia significativa en la concentración de estos compuestos.

ABSTRACT

Zacatecas is the main producer of the prickly pear, national rate; however, the consumption of prickly pear is limited to its seasonality, quality and short shelf life, little knowledge in postharvest handling, limited marketing channels and ignorance of bioactive compounds that increase its value, consumption, use and marketing of prickly pear by-products. Therefore, an alternative to solve this problem can be the promotion of the consumption of prickly pear based on its nutraceutical properties and through its agro-industrial transformation to give it added value. On the other hand, the implementation of irrigation in this crop by producers has been

in response to improving the size of the prickly pear and productivity in search of international markets. Therefore, this study had the objective of observing the influence of irrigation and storage conditions in prickly pear (Roja Lisa variety) on the concentration of pigments which can be used in the food industry, mainly, as a source of antioxidants or in the industry of natural colorants, added value can be given to the crop, as a consequence. The results indicated an influence on the hydric condition of the crop, since the storm causes a higher concentration of betalains in the fruit. On the other hand, the storage conditions of the fruits did not show a significant influence on the concentration of these compounds.

INTRODUCCIÓN

Se denomina tuna al fruto del género *Opuntia* (familia *Cactaceae*) y se le conoce también con los nombres de “Cactus pear”. México es uno de los centros de origen y dispersión de este género, que por su gran diversidad de especies y cultivares es uno de los recursos vegetales más importantes para los habitantes de las zonas áridas y semiáridas. En el Altiplano del territorio nacional se encuentran las principales áreas productoras de tuna, particularmente en los estados de Zacatecas, México, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla bajo condiciones silvestres y de cultivo (Flores *et al*., 1995).

Por su composición química, la tuna es considerada un fruto de alta calidad nutricional y por su contenido de fibra y polifenoles, se le considera un alimento funcional (Stintzing *et al*., 2001). Además de estas propiedades, también se le conoce por su uso medicinal, químico, industrial, ecológico, entre otros (Amaya-Robles, 2009; Hmamou *et al*., 2012). En el aspecto agroindustrial, es importante mencionar que los pigmentos responsables de la coloración de la tuna están relacionados con el contenido de betalaínas (Stintzing *et al*., 2005), las cuales son hidrosolubles, e incluyen a las betacianinas de color rojo-violeta y las betaxantinas de color amarillo. El conocimiento de la influencia del riego y el almacenamiento de las tunas es de importancia para identificar la conveniencia de aplicar los diversos tratamientos para la obtención de compuestos de importancia industrial y nutracéutica que contribuya en el incremento de la competitividad del cultivo. Asimismo, se puede contar con alternativas de aprovechamiento de los frutos para reducir las pérdidas poscosecha, que, además, tengan importancia comercial y de beneficios para la salud. Con base en lo anterior, en el presente trabajo se planteó el objetivo de evaluar el efecto de las condiciones hídricas de cultivo y las de almacenamiento poscosecha de los frutos en la concentración de pigmentos (betalaínas) de los frutos de tuna variedad Roja Lisa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos de tuna Roja Lisa fueron provistos por el laboratorio de Fisiología Poscosecha del INIFAP Zacatecas.

Los ensayos para la extracción de pigmentos y la caracterización del jugo de tuna se realizaron en el laboratorio de fisiología pos-cosecha y de ciencia de los alimentos en el Campo Experimental Zacatecas.

Una vez que las tunas llegaron al punto de maduración adecuada, se cosecharon seis frutos por cada una de las cuatro repeticiones para cada condición hídrica y de almacenamiento manejada en este estudio. Se realizó la remoción de las espinas, cáscara y, posteriormente, se licuó la pulpa para separar las semillas y obtener el jugo de tuna, el cual fue envasado en viales estériles a -80 °C hasta su análisis.

La extracción de pigmentos se realizó siguiendo el procedimiento descrito por Castellar *et al* (2006). Durante todo el proceso se debe proteger el jugo de la luz. El jugo fue homogenizado en agua destilada en relación 1:5 (ml de pulpa: ml de solvente) durante 30 segundos, en este caso de agregaron 2 ml de jugo y como solvente se utilizó 10 ml de agua destilada. Se centrifugó el jugo homogenizado a 12000 rpm durante 20 minutos posterior a esto se recupera el sobrenadante y se procede a liofilizar de 3 a 4 días. Al estar las muestras liofilizadas se resuspender en 1 ml de agua destilada (pesar el ml de agua) mezclar en vortex y pesar nuevamente y por diferencia de peso calcular la cantidad de pigmento. La cantidad de betalaínas presentes en el jugo se obtiene a partir de la lectura de absorbancia de la muestra liofilizada y resuspendida en agua destilada a 535 nm.

Cálculo para determinación de betalaínas (Castellanos-Santiago y Yahia (2008).

BC [mg/g pulpa seca]=(A (DF) (MW) Vd/eELXd)].

Donde:

A= absorbancia de la muestra

DF: factor de dilución

Vd: volumen de solución de pulpa seca

Wd: peso de pulpa seca

L: longitud de la celda (1 cm)

E= 60000 L (mol cm) en agua

Mw = peso molecular 550 g/mol

Para calcular el porcentaje o rendimiento de betalaínas= betalaínas [(mg/g pulpa seca) x 100]/pigmento (g).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluó el efecto del tratamiento hídrico o riego del nopal tunero en la concentración de pigmentos (betalaínas). Como puede observarse en el Cuadro 1, la concentración de estos compuestos no se vio influenciado por las condiciones de almacenamiento, lo cual es un aspecto importante para la estabilidad de los pigmentos, ya que no se requiere de condiciones especiales para este fin.

Cuadro 1. Efecto de la condición de almacenamiento en la concentración de pigmentos de las tunas.

Tratamiento	Pigmentos (mg/g)
Recién cosechadas	0.0398 ± 0.002a
Temperatura ambiente	0.0378 ± 0.002a
Refrigeración	0.0344 ± 0.002a

Los resultados se presentan como la media ± el error estándar. Letras diferentes por columna indican diferencia significativa entre tratamientos, prueba de Tukey, α= 0.05.

Cabe mencionar que, aunque las muestras fueron liofilizadas previo a la determinación de betalaínas, el tiempo recurrido hasta la maduración y procesamiento de los frutos almacenados no influyeron en la estabilidad de dichos compuestos. Estos resultados difieren a lo reportado por Ramírez-Ramos *et al*. (2015), donde indican que, a mayor tiempo de almacenamiento (a temperatura ambiente), aumentan estos compuestos. Asimismo, las condiciones de almacenamiento en refrigeración hicieron posible el aumento de betalaínas en los frutos de la misma variedad (Cruz-Bravo *et al*., 2019).

Por otra parte, se puede observar en el Cuadro 2, que las condiciones hídricas del cultivo o de riego sí tuvieron una influencia en la concentración de pigmentos. Es decir, que el mantenimiento del nopal tunero en condiciones de temporal contribuyó en el incremento de betalaínas, respecto al nopal mantenido con riego.

Cuadro 2. Efecto de la condición de riego en la concentración de pigmentos de las tunas.

Tratamiento	Pigmentos (mg/g)
Temporal	0.0415 ± 0.001a
Riego	0.0331 ± 0.002b

Los resultados se presentan como la media ± el error estándar. Letras diferentes por columna indican diferencia significativa entre tratamientos, prueba de Tukey, α= 0.05.

Este aspecto es importante, ya que, para fines agroindustriales, las condiciones de temporal no solamente son convenientes en el aspecto económico, sino que también favorece que los frutos presenten mayor contenido de pigmentos y, por lo tanto, de compuestos antioxidantes, de los cuales, se ha reportado un efecto protector contra la lesión inducida por tetracloruro (Galati *et al.,* 2005), actividad antiulcerogénica (Galati *et al.,* 2003) y citotoxicidad de células cancerosas (Chavez-Santoscoy *et al.,* 2009).

Actualmente, la fuente más importante de betalaínas es el betabel, en el que se han reportado concentraciones >130 mg 100 g^{-1} (Castellar *et al.*, 2006); sin embargo, esta raíz presenta un desagradable aroma a tierra causado por un compuesto llamado geosmina (Acree *et al.,* 1976), lo que podría limitar su uso. En este sentido, la tuna Roja Lisa puede ser una buena alternativa para fines agroindustriales.

CONCLUSIONES

Las condiciones de almacenamiento de los frutos de la tuna variedad Roja Lisa no influyeron en la concentración de pigmentos (betalaínas), lo cual puede ser beneficioso en el aspecto económico. Por otra parte, las condiciones de temporal fueron convenientes, respecto al riego, para la obtención de pigmentos, lo cual también resulta en tener ventajas económicas. Estos aspectos deben considerarse cuando se tenga el propósito de producir tunas como una buena fuente de betalaínas para fines agroindustriales.

REFERENCIAS

Acree , T.E.; Lee , C.Y.; Butts , R.M.; Barnard, J. 1976. Geosmin, the earthy component of table beet odor. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 24: 430-431.

Amaya-Robles JE. El cultivo de tuna (Opuntia ficus-indica). 2009. Gerencia Regional Agraria La Libertad; p. 35.

Castellanos-Santiago E, E M Yahia. 2008. Identification and quantification of betalains from the fruits of 10 Mexican prickly pear cultivars by high-performance liquid chromatography and electrospray ionization mass spectrometry. J. Agric. Food Chem. 56: 5758-5764.

Castellar, M.R.; Obón, J.M.; Alacid, M.; Fernández López, J.A. 2006. The isolation and properties of a concentrated red-purple betacyanin food colourant from Opuntia stricta fruits. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86(1): 122-128.

Chavez-Santoscoy, R.A., Gutierrez-Uribe, J.A., Serna-Saldívar, S.O., 2009. Phenolic composition, antioxidant capacity and in vitro cancer cell cytotoxicity of nine prickly pear (Opuntia spp.) juices. Plant Foods Hum. Nutr. 64,146-152.

Cruz-Bravo, R.K., Guzmán-Maldonado, S.H., Araiza-Herrera, H.A. and Zegbe, J.A. 2019. Storage alters physicochemical characteristics, bioactive compounds, and antioxidant capacity of cactus pear fruit. Postharvest Biology and Technology 150:105-111.

Flores, V. C. A. y Gallegos, V. C. 1995. La producción de tuna en México. Tesis de Maestría. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. P. 174-178.

Galati, E.M., Mondello, M.R., Giuffrida, D., Dugo, G., Miceli, N., Pergolizzi, S., Taviano, M.F., 2003. Chemical characterization and biological effects of Sicilian Opuntia ficus indica (L.) mill. Fruit juice: Antioxidant and antiulcerogenic activity. J. Agric. Food Chem. 51, 4903–4908. Galati, E.M., Mondello, M.R., Lauriano, E.R., Taviano, M.F., Galluzzo, M., Miceli, N., 2005. Opuntia ficus indica (L.) Mill. fruit juice protects liver from carbon tetrachloride-induced injury. Phytother, Res. 19, 796-800.

Ramírez-Ramos, M., García-Mateos, M. del R., Corrales-García, J., Ybarra-Moncada, C., & Castillo-González, A. M. (2015). Compuestos antioxidantes en variedades pigmentadas de tuna (opuntia sp.). Revista Fitotecnia Mexicana, 38(4), 349–357.

Stintzing, F.C.; Schieber, A.; Carle, R. 2001. Phytochemical and nutritional significance of cactus pear. European Food Research and Technology. 212(4): 396-407.

Stintzing, F.C.; Herbach, K.M.; Moßhammer, M.R.; Carle, R.; Yi, W.E., Sellappan, S.; Akoh, C.C.; Bunch, R.; Felker, P. 2005. Color, betalain pattern and antioxidant properties of cactus pear (Opuntia sp.) clones. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(2): 442-451.

INDICADORES FÍSICOS DEL SUELO BAJO LABRANZA VERTICAL EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

PHYSICAL INDICATORS OF THE SOIL UNDER VERTICAL TILLAGE IN NORTH OF TAMAULIPAS

Espinosa-Ramírez Martín[1*], Montes-García Noe[1] y Ortiz-Chaírez Flor Elena[1]

[1]Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, Carretera Matamoros- Reynosa km 61 Cd. Río Bravo, Tamaulipas. Autor Principal *espinosa.martin@inifap.gob.mx

RESUMEN

Los métodos de labranza modifican las propiedades físicas del suelo como compactación, porosidad, estructura, infiltración y humedad volumétrica, en consecuencia, el desarrollo de los cultivos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la labranza vertical en la compactación del suelo. Los tratamientos fueron: T1) Rotura más rastra (R+R), T2) Labranza Vertical Dirigida más rastra (LVD+R), T3) Labranza Vertical Dirigida con 100% de los residuos de cosecha (LVDC100%) y T4) Cero labranza en camas permanentes con 100 % de residuos de cosecha (CLC100 %). Diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela consta de 18 surcos de 0.80 m de ancho x 45 m de largo (648 m^2). La siembra se realizó el 26/01/2020, con el híbrido de sorgo 83G19. Las variables: Resistencia a penetración del suelo hasta 40 cm, estabilidad de agregados, humedad volumétrica, excersión y longitud de panoja y rendimiento de grano. No hubo diferencias significativas en el rendimiento entre tratamientos. Hubo diferencia significativa en las propiedades físicas del suelo. La resistencia a la penetración, el T3 alcanzó los más bajos valores en los dos estratos evaluados (0-15 y 15-35 cm) con 1.3 y 1.0 MPa respectivamente. El resto de tratamientos tuvieron valores promedio de 1.4 y 1.2 MPa. La humedad volumétrica T1 y T3 alcanzaron los mayores valores con 19.6 y 20.8 v/v y diferentes ($P<0.5$) a T4 quien alcanzó 18 v/v. La estabilidad de agregados de los T3 y T4 incrementaron el % de agregados (> 2 mm) y fueron diferentes a T1, el cual presentan mayor proporción de agregados pequeños (<1.0 mm). En las variables altura de planta y altura de mazorca no se encontró diferencia significativa entre tratamientos. Los sistemas de labranza que incluyen labranza vertical y la conservación de los residuos de cosecha permiten mejorar parámetros de calidad del suelo como contenido de humedad volumétrica, reduce la compactación y alcanzar rendimientos similares a labranza tradicional con menor costo de producción.

ABSTRACT

Tillage methods modify the physical properties of the soil such as compaction, porosity, structure, infiltration and volumetric humidity, consequently, the development of crops. The objective of this work was to evaluate the effect of vertical tillage on soil compaction. The treatments were: T1) Breakage plus drag (R + R), T2) Directed Vertical Tillage plus drag (LVD + R), T3) Directed Vertical Tillage with 100% of crop residues (LVDC100%) and T4) Zero tillage in permanent beds with 100% crop residues (CLC100%). Experimental design in randomized blocks with four repetitions. The plot consists of 18 rows of 0.80 m wide x 45 m long (648 m^2). The sowing was carried out on 01/26/2020, with the sorghum hybrid 83G19. The variables: Resistance to soil penetration up to 40 cm, stability of aggregates, volumetric humidity, excess and length of panicle and grain yield. There were no significant differences in performance between treatments. There was a significant difference in the physical properties of the soil. Resistance to penetration, T3 reached the lowest values in the two evaluated strata (0-15 and 15-35 cm) with 1.3 and 1.0 MPa respectively. The rest of the treatments had average values of 1.4 and 1.2 MPa. The volumetric humidity T1 and T3 reached the highest values with 19.6 and 20.8 v / v and different (P <0.5) to T4 who reached 18 v / v. The aggregate stability of T3 and T4 increased the % of aggregates (> 2 mm) and were different from T1, which present a higher proportion of small aggregates (<1.0 mm). In the variables plant height and ear height, no significant difference was found between treatments. Tillage systems that include vertical tillage and the conservation of crop residues allow improving soil quality parameters such as volumetric moisture content, reducing compaction and achieving similar yields to traditional tillage with lower production costs.

INTRODUCCIÓN

La labranza es la manipulación mecánica del suelo para la producción de cultivos. Este movimiento del suelo afecta las características del suelo como: la conservación del agua, la compactación, la infiltración, la evapotranspiración y procesos de succión. El aumento del rendimiento de cultivos para satisfacer la creciente demanda debe hacerse con la menor degradación del suelo y preservar su función en la captura de gases de efecto invernadero, en lugar de ser fuente de contaminantes atmosféricos (Claassen, 2012). Corsi *et al*. (2012) definen la Agricultura de Conservación como un método de manejo de agroecosistemas para mejorar la productividad, obtener ganancias y lograr la seguridad alimentaria, al tiempo que se conserva y mejora la base de los recursos y el medio ambiente. La alteración mecánica mínima del suelo, también incluye la cobertura orgánica permanente y la diversificación de cultivos los cuales son principios básicos de la Agricultura de Conservación. Según CTIC (2004), la labranza de conservación es cualquier sistema de labranza que deja al menos el

30% de la superficie del suelo cubierta con residuos de cultivos después de la siembra para reducir la erosión del suelo por el agua. Las consecuencias de la labranza intensiva son la compactación del suelo, la pérdida de la biodiversidad, la contaminación del suelo y el agua por el uso excesivo de agroquímicos, así como el incremento de la erosión. Por el contrario, la labranza de conservación es un esquema de producción de cultivo, diferente a los métodos convencionales y una alternativa de manejo productivo del suelo. Sus principales ventajas son: mejorar el contenido de materia orgánica en la superficie del suelo, mejorar la estabilidad estructural, incrementar la retención de agua, y reducir el escurrimiento y producción de sedimentos. Lo anterior promueve aumento en la calidad física de los suelos agrícolas y del ambiente en general (Lal., 2008). Para cuantificar la calidad física del suelo, los indicadores necesitan ser medidos espacialmente a través de la evaluación de las propiedades del suelo (físicas, químicas y biológicas), las cuales deben ser fáciles de medir, aun los más sensibles a cambios generados por las prácticas de manejo, cuyos valores indicarían la calidad (Lal., 2004). El objetivo de este trabajo fue evaluar parámetros físicos del suelo y rendimiento de sorgo establecido bajo cuatro sistemas de labranza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un lote experimental con la rotación sorgo-soya de temporal. El sitio de evaluación se ubicó en la Unidad de Validación de Tecnología para Temporal dentro del CBTA # 139 del Municipio de San Fernando, Tamaulipas. El diseño en campo fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada parcela consta de 18 surcos de 0.80 m de ancho por 45 m de largo. La parcela útil fueron 8 m^2. El tratamiento con rotura se preparó con arado de discos a una profundidad de 0.30 m y un paso de rastra, a una profundidad de 0.15 m, mientras que el tratamiento de labranza vertical fue con equipo de cinceles a una profundidad de 0.40 m. Se evaluaron los siguientes tratamientos: T1) Rotura más rastra (R+R), T2) Labranza Vertical Dirigida más rastra (LVD+R), T3) Labranza Vertical Dirigida con 100% de los residuos de cosecha (LVDC100%) y T4) Cero labranza en camas permanentes con 100 % de residuos de cosecha (CLC100 %). La siembra se realizó el 26 de enero del 2020, utilizando el híbrido Pioneer 83G19, del cual se sembraron 18 surcos por tratamiento. Cada uno de los tratamientos se distribuyeron al azar con una densidad de población de 170 mil plantas por hectárea. El cultivo fue manejado de acuerdo al paquete tecnológico de sorgo para temporal del INIFAP-CERIB (Montes y Aguirre, 1992). Para corregir la deficiencia de fierro en algunas partes del terreno, se dieron dos aplicaciones vía foliar de sulfato ferroso al 1.5% (3 kg ha^{-1} en 200 L de agua). Las fechas de aplicación del sulfato ferroso fueron: 05 de marzo y 17 de marzo. El día 25 de mayo el sorgo alcanzó su madurez y cosecharon cinco metros de los dos surcos centrales de cada experimento. Se desgranó y pesó el grano ajustado al 14 % de

humedad. De igual forma al finalizar el ciclo se realizó el muestreo de suelos de la capa superficial (0-30 cm). El análisis económico, se realizó considerando un ingreso de $3,500.00 por tonelada de grano y los costos de producción se cuantificaron desde preparación del terreno hasta cosecha, para obtener la relación costo versus beneficio. Para la caracterización física y química del suelo se siguió la metodología descrita en la Norma Oficial Mexicana (NOM-021-SEMARNAT-2000). Los datos se analizaron en forma independiente, según la profundidad del suelo en BCA y la comparación de medias por Tukey ($p<0.05$) del paquete estadístico SAS versión 9.3.1 (SAS, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas durante el experimento fueron de baja precipitación invernal, ya que, desde la siembra del cultivo hasta cosecha sólo llovieron 20 mm, lo cual repercutió en bajo rendimiento. No hubo diferencias significativas entre tratamientos ($P>0.05$). Sin embargo, los tratamientos T3 y T4 alcanzaron los menores costos de producción con $ 5,545.7 y $ 6,487.7 $/ha respectivamente. Al hacer el análisis económico considerando un ingreso de $ 3,500.0 por tonelada de grano y los costos de producción desde preparación hasta cosecha, se observó que solo el tratamiento de CLC100% alcanzó una mayor relación beneficio costo con 1.07 y los demás tratamientos no alcanzaron superar los costos. Para el sitio de evaluación, la resistencia a la penetración del suelo T3 alcanzó los más bajos valores en los dos estratos evaluados (0-15 y 15-35 cm) con 1.3 y 1.0 MPa respectivamente (Figura 1), siendo diferentes ($P<0.05$) al resto de tratamientos quienes obtuvieron 1.4 y 1.2 MPa en promedio, respectivamente. Algunos parámetros del suelo han sido vinculados al rendimiento. Lal., 2008, reporta, que el 64% del rendimiento del grano puede ser atribuido a la infiltración del agua en el suelo, proporción de materia orgánica y arcilla del suelo, pero al incluir la conductividad hidráulica, aumenta a 73% y posteriormente al agregar la variable sortividad, se alcanza un 94%.

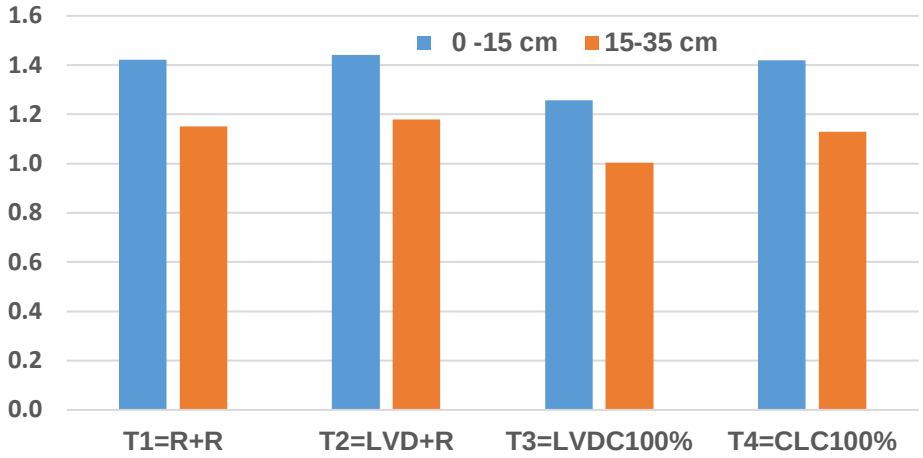


Figura 1. Resistencia a la penetración del suelo en cuatro sistemas de labranza.

De la misma manera, las propiedades del suelo que influenciaron el rendimiento de grano de frijol fueron infiltración, conductividad hidráulica y proporción de materia orgánica, variables que explican el 71% el rendimiento, pero al incluir humedad volumétrica a la ecuación, se incrementa a 88% y finalmente al adherir la proporción de arcilla se alcanza el 97%. (Gregorich y Carter, 2004).

En la estabilidad de agregados, se observó que al incluir residuos vegetales como materia orgánica (MO) en el suelo se pueden mejorar a corto plazo las características físicas del suelo dando estabilidad a los agregados (Figura 2). En la evaluación realizada, el análisis estadístico mostró diferencias significativas ($P<0.05$); siendo los tratamientos T3 y T4 los que incrementaron la proporción de agregados (> 2 mm) y diferentes a T1 donde se incluye rotura con rastra, el cual presentó mayor proporción de agregados pequeños (<1.0 mm). Otra característica importante de la labranza de conservación es que el agua está disponible más tiempo para las plantas, favoreciendo la asimilación de nutrientes. Al mismo tiempo, puede inferirse que el rastrojo incorporado a cada tratamiento modifica la estructura del suelo a largo plazo, permitiendo obtener mayores rendimientos con bajos costos de fertilización (Doran, 1980).

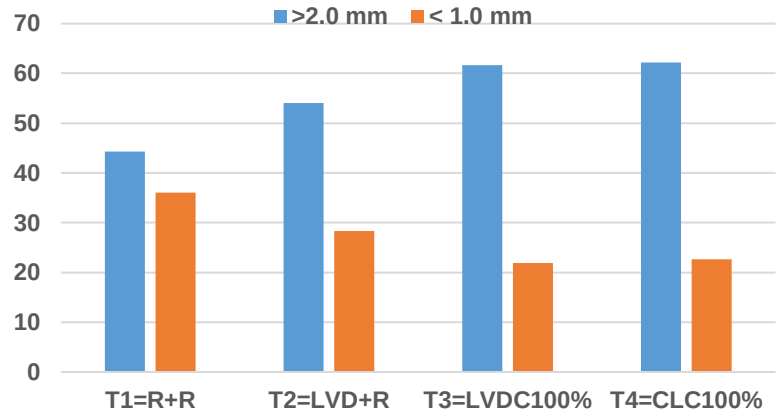


Figura 2. Estabilidad de agregados del suelo (%) entre cuatro sistemas de labranza.

Existe inconsistencia en el efecto de los sistemas de labranza a corto plazo en la densidad aparente y compactación del suelo ha sido reportada por Wander y Bidart (2011), quienes reportaron valores mayores de compactación bajo cero labranza sobre la labranza convencional; mientras que Jury *et al*. (2009) no encontraron diferencias significativa de su comportamiento entre los sistemas cero labranza y labranza convencional.

Hillel. (2010) en un estudio similar no encontró diferencias entre la labranza reducida, rayado profundo (cincelado) e inversión del suelo y, dicha variación no fue significativa entre los tratamientos. La humedad volumétrica en los primeros 30 cm de suelo. Los tratamientos, T1 y T3 alcanzaron los mayores valores con 19.8 y 20.6 v/v y diferentes (P<0.5) a T4 quien alcanzó 18.1 v/v (Figura 3).

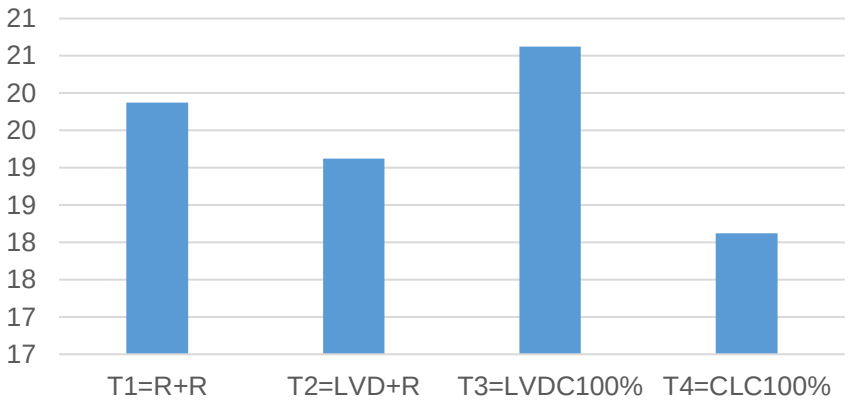


Figura 3. Humedad volumétrica en cuatro sistemas de labranza a 30 cm de profundidad del suelo.

En relación con la humedad volumétrica, muchos estudios reportan resultados similares en diferentes sistemas de labranza. Lal *et al.* (2006) obtuvieron valores más altos de humedad volumétrica en labranza de conservación sobre la labranza convencional. Asimismo, Dexter. (2004) en un suelo de textura franca cultivado con maíz determinó que la tasa de infiltración y contenido de humedad en labranza de conservación fue superior comparada con la labranza convencional. En las variables excersión y longitud de panoja (Figura 4), no se encontró diferencia significativa entre tratamientos (P>0.05).

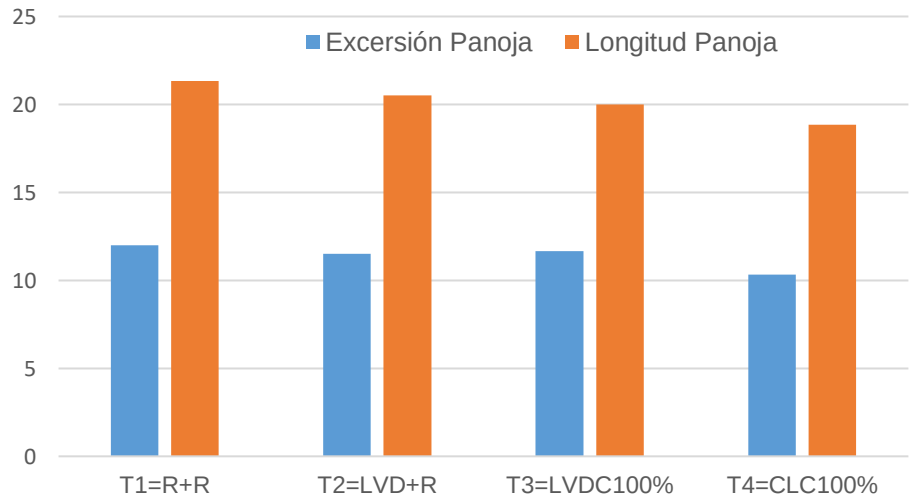


Figura 4. Excersión y longitud de panoja del sorgo en cuatro sistemas de labranza.

CONCLUSIONES

Los sistemas de labranza que incluyen labranza vertical y la conservación de los residuos de cosecha permiten mejorar parámetros de calidad del suelo como contenido de humedad volumétrica, reduce la compactación y alcanzar rendimientos similares a labranza tradicional con menor costo de producción.

REFERENCIAS

Claassen, R. 2012. The future of environmental compliance incentives in U.S. agriculture: The role of commodity, conservation, and crop insurance programs. United States Department of Agriculture: Economic Information Bulleting number 94.

CTIC (Conservation Tillage Information Center), M. R. 2004. National crop residue management survey. West Lafayette, IN: Conservation Technology Information Center.

Corsi, S., Friedrich, T., Kassam, A., Pisante, M., & de Moraes Sà, J. C. 2012. Soil organic carbon accumulation and greenhouse gas emission reductions from conservation agriculture: A literature review, integrated crop management (101pp.). Vol.1 6. Rome: AGP/FAO.

Dexter, A. R. 2004. Soil physical quality part I. Theory, effect of soil texture, density and organic matter, and effect on root growth. Article in press. Geoderma 120:201-214.

Doran, J.W. 1980.Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil Sci. Soc. Am. J., 44, 765–771.

Gregorich, E. G. and Carter, M. R. 2004. Soil quality for crop production and ecosystem health. Develop. Soil Sci. 25:125-165.

Hillel, D. 2010. Fundamentals of soil physics. Academic Press, Inc. New York, USA. 413 p.

Jury, W. A.; Gardner, W. R. and Gardner, W. H. 2009. Soil physics. John, W. Sons. New York. 328 p.

Lal, R. 2004. Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics. Soil management support services. USDA-NRCS, Washington. 57 p.

Lal, R. 2008. Soil quality and agricultural sustainability. In: soil quality and agricultural sustainability. Lal, R. (ed.). Ann Arbor Press, Chelsea, MI. 3-12 pp.

Lal, R.; Kimble, J. M.; Follett, R. F. and Cole, C. V. 2006. The potential of us cropland to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. Ann Arbor Press, Chelsea, MI. 457 p.

Montes, G. N. y Aguirre, R.J. 1992. Sorgo. pp. 54-63. En: Manual de Cultivos del Norte de Tamaulipas, Patronato para la Investigación Fomento y Sanidad Vegetal. SARH. Matamoros, México. 210 p.

NOM-021-SEMARNAT-2000. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de octubre de 1997. Pág. 1-85.

SAS. Statistical analysis system. 2006. SAS User´s Guide; Statistics (Version 9.3.1). SAS Institute Inc. Cary, NC.

Wander, M. M., and M. G. Bidart. 2011. Tillage affects depth distribution of total and particulate organic matter in three Illinois soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 62: 1704-711

EFICACIA DE CARBENDAZIM PARA EL CONTROL *in vitro* DE *Fusarium oxysporum* Schlecht, AGENTE CAUSAL DE LA MARCHITEZ EN EL CULTIVO DE CHILE.

EFFICACY OF CARBENDAZIM FOR THE CONTROL in vitro OF *Fusarium oxysporum* Schlecht, CAUSAL AGENT OF WILTING IN THE CROP CHILE PEPPER.

Acuña-Acuña, María de Jesús[1]; Ramírez-Valadez, María Gabriela [2*], Ramírez-Fuentes Miguel Ángel[3]; Martínez-Fernández, Maihualy[2]; Rodríguez-García José Leonardo[2]

[1]Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Av. Tecnológico 2010, Tala Jalisco. [2]INIFAP Campo Experimental Valle del Guadiana Km 4.5 carretera Durango-El Mezquital, Dgo. Durango. [3]Apoyo a la investigación del INIFAP en Durango. [4]INIFAP Campo Experimental La Laguna, Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros, Coahuila. *ga_bi05@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluó la eficacia *in vitro* del fungicida Carbendazim sobre aislamientos de *Fusarium oxysporum* provenientes de los municipios de Poanas y San Juan del Río. Se probaron cuatro dosis del fungicida; una dosis mínima de 10 ppm, la mínima, media y máxima recomendada comercialmente; 300, 375 y 450 ppm respectivamente, las cuales se adicionaron por medio de la técnica del cultivo envenenado. El crecimiento micelial del aislamiento de *Fusarium* proveniente de San Juan del Río fue inhibido por completo por el fungicida en todas las dosis evaluadas. Por su parte el hongo *Fusarium* aislado de la región de Poanas, presentó poco crecimiento, siendo inhibido al final del ensayo en más del 94% en las dosis probadas.

ABSTRACT

The *in vitro* efficacy of the fungicide Carbendazim on *Fusarium oxysporum* isolates from the municipalities of Poanas and San Juan del Río was evaluated. Four doses of the fungicide were tested; a minimum dose of 10 ppm, the minimum, average and maximum recommended commercially; 300, 375 and 450 ppm respectively, which were added by means of the poisoned culture technique. The mycelial growth of the *Fusarium* isolate from San Juan del Río was completely inhibited by the fungicide in all the evaluated doses. For its part, the *Fusarium* fungus isolated from the Poanas region, showed little growth, being inhibited at the end of the trial by more than 94% in the tested doses.

INTRODUCCION

El chile (*Capsicum annum* L.) es uno de los cultivos hortícolas más importantes en México. En 2019 genero más de 32 millones de pesos (SIAP, 2020). La secadera destaca como la enfermedad de raíz más importante del cultivo de chile, pues provoca la muerte prematura de la planta. Esta enfermedad fue identificada por primera vez en Nuevo México por Leonian (1992), quien estableció a *Phytophthora capsici* como el agente causal. En México, además de *P. capsici* se han reportado como agentes causales de la marchitez a *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *F. equiseti*, *F. vesrticilloides* y *F. solani* (Palomo-Rodríguez *et al*., 2003; González-Pérez *et al*., 2004), por lo que es probable que estos patógenos actúen formando un complejo.

En México se ha reportado la incidencia de marchitez, en casi todos los estados productores de chile (Anaya-López *et al*., 2011). Dentro del complejo de agentes causales se encuentra con frecuencia *Fusarium*, que en muchos casos se ha reportado como causante primario de la marchitez del chile (Vásquez-López, *et al*., 2009). Se estima que puede causar entre 25 y 40% de pérdidas en el cultivo de chile, mismas que pueden llegar a ser totales en función de las condiciones ambientales, los eco tipos y la cantidad de inoculo en el suelo (Palomo-Rodríguez *et al.,* 2003; Hausbeck y Lamour, 2004). Es por ello que el objetivo de esta investigación es conocer la eficacia *in vitro* del fungicida Carbendazim en aislamientos de *Fusarium oxysporum*, agente casal de la marchitez del chile en las zonas productoras de Poanas y San Juan del Río.

MATERIALES Y METODOS

Aislamiento. Se utilizaron aislamientos de *Fusarium oxysporum*, obtenidos de plantas de chile con síntomas de marchitez provenientes de las zonas productoras de Poanas y San Juan del Rio en el estado de Durango. Los hongos se aislaron a partir de trozos necrosados de tejidos internos de la corona y raíz de las plantas con síntomas visibles de marchitez. Se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2% por dos minutos, y se enjuagaron tres veces por un minuto con agua destilada estéril. Posteriormente los trozos se transfirieron a caja Petri con Papa Dextrosa Agar (PDA), y se incubaron a 25°C.

Fungicida. El fungicida utilizado en esta evaluación fue Carbendazim, fungicida sistémico perteneciente al grupo de los benzimidazoles que se trasloca por el apoplasto, el cual, afecta la reproducción celular, afectando la beta-tubulina de las células, proteína que se encuentra

en el citoplasma y es de carácter vital para la división celular (mitosis), ya que es la encargada de la síntesis de los microtubulos que forman el huso cromático en la profase y posteriormente de los microtubulos cromosómicos que intervienen en la división de los cromosomas en la zona ecuatorial en la metafase impidiendo cualquier desarrollo del hongo. Este fungicida pertenece al grupo 1, B1 en la clasificación del Comité de Acción contra Resistencia a Fungicidas (FRAC) por sus siglas en inglés. Las dosis utilizadas en el presente ensayo se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Dosis evaluadas de Carbendazim aplicadas a aislamientos de *Fusarium oxysporum* provenientes de Paonas y San Juan del Río

Ingrediente activo (i.a.)	Nombre comercial	Dosis (ppm)			
		D1	D2	D3	D4
Carbendazim	Carbendazim 50	10	300	375	450

D1= Dosis minima. D2= Dosis baja comercial recomendada, D3= Dosis media comercial recomendada, D4= Dosis alta comercial recomendada.

Aplicación del fungicida. Para evaluar la eficacia de control del fungicida sobre *F. Oxysporum* aislado de plantas de chile de los municipios de Poanas y Rodeo, se utilizó la técnica del envenenamiento del medio de cultivo. El cual, consiste en adicionar la solución del fungicida al medio de cultivo previamente estéril cuando el medio se encuentre a una temperatura inferior a los 40 °C, (esto para evitar la inactivación del ingrediente activo del fungicida) se mezclan hasta homogeneizar y finalmente se vierte en cajas Petri para su posterior uso.

Siembra. La siembra se llevó a cabo por el método de bloques de agar el cual consiste en colocar en el centro de las cajas Petri que contienen el medio de cultivo envenenado con el fungicida, un disco de PDA de 5 mm de diámetro con micelio del hongo (proveniente de Poanas y San Juan del Río) previamente incubado por 7 días de tal forma que el crecimiento micelial quedó en contacto con el medio de cultivo envenenado con el fungicida a las diferentes dosis. Las cajas Petri se mantuvieron a temperatura de 24 °C. El testigo se inoculo sobre medio de cultivo sin solución fungicida.

Variables a evaluar

Crecimiento. Se evaluó el crecimiento micelial del hongo, tomando mediciones del diámetro radial (milimetros), a las 24, 48, 144 y 168 horas a partir de la introducción del disco con micelio al medio de cultivo envenenado.

Inhibición. La eficacia del fungicida en el control de *F. oxysporum*, se expresó como el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (PICM). Para esto se empleó la fórmula de Pandey *et al*. (1982) que se muestra a continuación.

$$PICM = \frac{\mathrm{CMT} - \mathrm{CMI}}{\mathrm{CMT}} * 100$$

Donde:

PICM: Porcentaje de Inhibición del crecimiento micelial.

CMT: Crecimiento micelial del testigo.

CMI: Crecimiento micelial influenciado por el fungicida.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados muestran que en el aislamiento de *F. oxysporum* proveniente de San Juan del Río es altamente susceptible al fungicida Carbendazim en las dosis recomendadas comercialmente, así como en la dosis mínima de 10 ppm al no presentar crecimiento, mientras que el *F. oxysporum* aislado de Poanas comenzó su crecimiento en todas las dosis a partir de las 144 horas, sin embargo, el crecimiento fue mínimo, comparado con el crecimiento del testigo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* (mm) aislados de Poanas y San Juan del Río, a diferentes horas en medio de cultivo envenenado con carbendazim en distintas dosis.

Dosis	24 h		48 h		144 h		168 h	
	Poanas	SJR	Poanas	SJR	Poanas	SJR	Poanas	SJR
DA	0.00	0.00	0.00	0.00	3.19	0.00	3.33	0.00
DM	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25	0.00	3.5	0.00

DB	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	3.53	0.00
10 ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	3.36	0.00	3.89	0.00
Testigo	5.92	6.08	15.58	17.00	57.75	64.00	71.97	71.00

El fungicida Carbendazim inhibió completamente el crecimiento micelial del aislamiento de Fusarium proveniente de San Juan del Río. La inhibición del hongo *F. Oxysporum* aislado del municipio de Poanas fue superior al 94% en todas las dosis aplicadas del fungicida (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de inhibición de carbendazim, sobre *Fusarium* asilado de plantas de chile con síntomas de secadera en Poanas y San Juan del Rio en Durango.

	% de inhibición	
Dosis	Poanas	San Juan del Río
Alta	95.65	100.00
Media	95.25	100.00
Baja	94.71	100.00
10 ppm	94.59	100.00

CONCLUSIONES

Los aislamientos de *Fusarium oxysporum* de Poanas y San Juan del Rio, al no presentar resistencia al fungicida Carbendazim, puede utilizarse como alternativa para el control de este hongo dentro de un Manejo Integrado de Plagas.

REFERENCIAS

Bosland, P.W. 1988. Fusarium oxysporum a pathogen of many plant species. Advances in plant pathology 6: 281-289.

González-Pérez, E., Yañez-Morales, M. J., Santiago-Santiago, V. y Montero-Pineda, A. 2004. Biodiversidad fungosa en marchitez del chile y algunos factores involucrados, en Tlacotepec de José manzano, el verde, Puebla. Agrociencia. 38: 635-661.

Hausbeck, K. M. and Lamour, H. K. 2004. *Phytophthora capsici* on vegetables crops: Research progress and management challenges. Plant Dis. 88: 1292-1303.

Leonian, L.H. 1922. Stem and fruit blight of peppers caused by *Phytophthora capsici*. Phytopathology. 12: 401-408.

Palomo-Rodríguez, M., Lujan-Favela, M., ÁVILA-Quesada, G. y Berzoza-Martínez, M. 2003. Enfermedades radiculares del cultivo de chile (*Capsicum annum* L.) y medidas de control. Fundación Produce Chihuahua-SAGARPA-INIFAP. Publicación especial. Núm. 11. 121 p.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Datos abiertos. Estadística de producción agrícola. Consultado el 03/08/2020 disponible en línea http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php

Silvar, C., Merino, F. and Díaz, J. 2006. Diversity of *Phytophthora capsici* en Northwest Spain: anallysis of virulence, metalaxil response, and molecular characterization. Plant Dis. 90: 1135-1142.

Srivastava, S., Singh V.P., Kumar, R., Srivastava, M., Sinha, A., Simon. S. 2011. *In vitro* Evaluation of Carbendazim 50% WP, Antagonist and Botanicals Against *Fusarium oxysporum* f. sp. *psidii* Associated with Rhizosphere Soil of Guava.

Vásquez-López, A., Tlapal-Bolaños, B., Yañez-Morales M. J., Pérez-Pacheco, R. y Quintos-Escalante M. 2009. Etiología de la marchitez del chile de agua (*Capsicum annum* L.) en Oaxaca, México. Rev. Fitotec. Mex. 32 (2): 127-134.

GUSTOS Y PREFERENCIAS DE CONSUMO DEL CHILE JALAPEÑO EN EL ESTADO DE ZACATECAS

TASTES AND PREFERENCES OF CONSUMPTION OF JALAPEÑO CHILE IN THE STATE OF ZACATECAS

Sánchez-Toledano, Blanca[1]; Cuevas-Reyes, Venancio[2]; Góngora-Pérez, Rubén[3]

[1]Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Kilómetro 24.5 Carretera, Zacatecas - Fresnillo, Zacatecas.[2]Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Carretera Texcoco-los Reyes Km.13.5, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México. [3]Campo Experimental Chetumal, INIFAP. Quintana Roo. Autor responsable: toledano.blancaisabel@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo consistió en analizar los gustos y preferencias por nivel socioeconomico de los consumidores de chile jalapeño en Zacatecas. Se realizó una encuesta a 387 consumidores del estado de Zacatecas, la muestra fue obtenida por muestreo estadístico. Los consumidores prefieren un chile de tamaño mediano (de 3 a 3.5 centímentros), sin daños o lesiones externas y a un precio de 10 a 20 pesos por kilogramo, el consumo es de un kilogramo o menos a la semana, los lugares preferidos para la compra son tianguis, supermercados, y tiendas misceláneas, se consume tanto fresco como procesado. En general los tres problemas principales que limitan el consumo de chile jalapeño por orden de importancia fueron: apariencia externa, precio y tamaño, esta información puede ser utilizada por los productores de chile jalapeño para la producción y comercialización de chile jalapeño en el estado de Zacatecas.

ABSTRACT

The aim of this work was to analyze the tastes and preferences by socioeconomic level of jalapeño pepper consumers in Zacatecas. A survey was conducted with 387 consumers in the state of Zacatecas, the sample was obtained by statistical sampling. Consumers prefer a medium-sized chili (from 3 to 3.5 centimeters), without damage or external injuries and at a price of 10 to 20 pesos per kilogram, consumption is one kilogram or less per week, the preferred places to buy are tianguis, supermarkets, and miscellaneous stores, both fresh and processed are consumed. In general, the three main problems that limit the consumption of jalapeño pepper in order of importance were: external appearance, price and size, this information can be used by jalapeño pepper producers for the production and marketing of jalapeño pepper in the state of Zacatecas.

INTRODUCCIÓN

La producción de chile en México se ha incrementado. En el año 2000 se cosecharon 1.7 millones de toneladas para pasar a 3.3 millones en 2018 (FAOSTAT, 2020). En la región norte centro de México, el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) para consumo en fresco o para secado reviste una gran importancia social y económica (Velásquez *et al.,* 2014). Zacatecas es uno de los principales estados productores de chile en México (Zegbe *et al.,* 2012). Sin embargo, existen varios factores que limitan su producción. Pérez et al. (2017) mencionaron que un elemento que desalienta la producción es que no se cuenta con un mercado fijo. La intención de compra es uno de los aspectos más relevantes en el comportamiento del consumidor, entendido como un proceso recíproco en la interacción entre los consumidores y los productores al momento de la adquisición del bien o servicio (Solomon, 2013). Los comportamientos de consumo no son homogéneos, son influidos por variables como el sexo, la edad, el acceso al producto, el nivel socioeconómico, el nivel educativo, los gustos del individuo, las tradiciones culturales, el nivel de ingresos, los precios de los alimentos, la publicidad, entre otros (WHO & FAO, 2003). Otros estudios señalan que un rasgo fundamental para conocer a los individuos, es a través del análisis de sus hábitos de consumo, los cuales se relacionan con aspectos socioculturales (Moreno & Rodríguez, 2005). En general se reconoce que las preferencias de los consumidores están determinadas por las condiciones que imperan en el mercado, pero de forma más específica constituidas por variables objetivas y por variables no cuantificables, lo que las vuelve difícil de identificar (Curatolo, 2013). Sin embargo, determinar los gustos y preferencias de los consumidores de un producto pueden servir para identificar nichos de mercado en la parte de la demanda, y también para identificar las características del bien o servicio que se debe producir, es decir, serviría para mejorar aspectos de la oferta, de la producción agrícola para definir el tipo de producto que demandan los consumidores finales. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo consistió en analizar los gustos y preferencias por nivel socioeconómico de los consumidores de chile jalapeño en Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicaron 387 encuestas a consumidores del estado de Zacatecas en los meses de enero a marzo de 2020. El tamaño de muestra se calculó con base en la fórmula de poblaciones finitas con un nivel de significación al 5 % (Z=1.96) y 6.9 % como nivel máximo de error permisible (Sánchez-Toledano *et al.,* 2013). La población objetivo fueron únicamente consumidores de chile jalapeño mayores de 18 años. La información fue analizada por estrato socioeconómico de los consumidores entrevistados: Estrato 1 (E1=ingreso menor a 5 mil

pesos mensuales), Estrato 2 (E2= $5,001.00 a $10,000.00), Estrato 3 (E3=$10,001.00 a $15,000.00), Estrato 4 (E4= $15,001.00 a $20,000.00), Estrato 5 (E5= $20,001.00 a $30,000.00) y Estrato 6 (E6= más de 30 mil pesos mensuales de ingreso). Para su análisis se utilizó estadística descriptiva en el programa SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 35.9 % de los consumidores entrevistados corresponde a hombres (35.3 % menores de 29 años, 23 % entre 30 y 44 años, 31.7 % entre 45 y 59 años, y 10 % mayores de 60 años). El porcentaje de mujeres entrevistadas fue de 64.1 % (30.5 % menores de 29 años, 32.1 % entre 30 y 44 años, 30.8 % entre 45 y 59 años, y 6.6 % mayores de 60 años). Es decir, la mayor proporción de hombres entrevistados (35.3 %) fueron hombres jóvenes menores de 29 años, en tanto la mayor proporción de mujeres (32.1 %) correspondió a mujeres entre un rango de edad de 30 a 44 años.

Nivel de ingresos

El 31 % de los hombres entrevistados señalaron contar con un ingreso mensual menor a 5 mil pesos (E1), en segundo lugar, 30 % de los hombres señalaron contar con un ingreso de $5001.00 a 10 mil pesos (E2), y en tercer lugar (23 %) correspondió a un nivel de ingresos mensual de $15,001.00 a 20 mil pesos mensuales (E3). El estrato 4 (ingreso de $15,001.00 a $20,000.00) representa el 7 %, al igual que el E5 (que tiene ingresos de $20,001.00 a $30,000.00), finalmente el E6, con ingresos superiores a 30 mil pesos representa 2 % de la muestra analizada.

En tanto, el 40 % de las mujeres entrevistadas señalaron contar con un ingreso mensual de 5 mil pesos o menos (E1), en segundo lugar (E2) con 36 % un ingreso de $5001.00 a 10 mil pesos, y en tercer lugar (15 %) correspondió a un nivel de ingresos mensual de $ 15,001.00 a 20 mil pesos mensuales (E3), en cuarto lugar con 5 % de la muestra correspondió al E4, el E5 representa el 3 % y finalmente el E6 representa el 1 % de la muestra analizada (Figura 1).

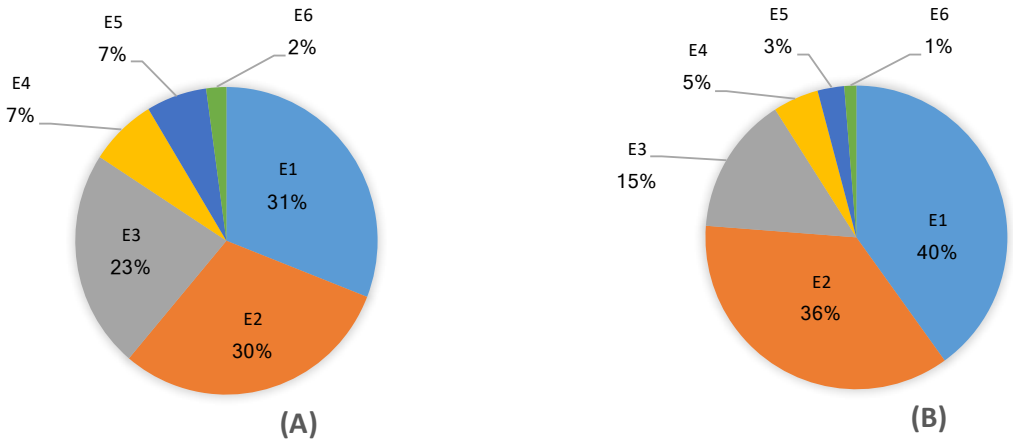


Figura 1. Ingreso mensual por tipo de consumidor, hombres (A) y mujeres (B)

Lugar de compra por nivel de ingreso

Los lugares preferidos para la compra de chile jalapeño por parte de consumidores del estado de Zacatecas en orden de importancia son: tianguis, supermercados, y tiendas misceláneas, esto aplica para los tres primeros estratos de ingreso; menor a 5 mil pesos por mes (E1), entre 5 y 10 mil pesos por mes (E2) y también para el E3 de 10 a 15 mil pesos por mes. En tanto para los estratos altos (E4, E5 y E6), al parecer resulta indiferente el lugar de compra, ya que pueden adquirir el producto en casi el mismo porcentaje entre supermercados, tianguis, misceláneas y mercado municipal (Figura 2).

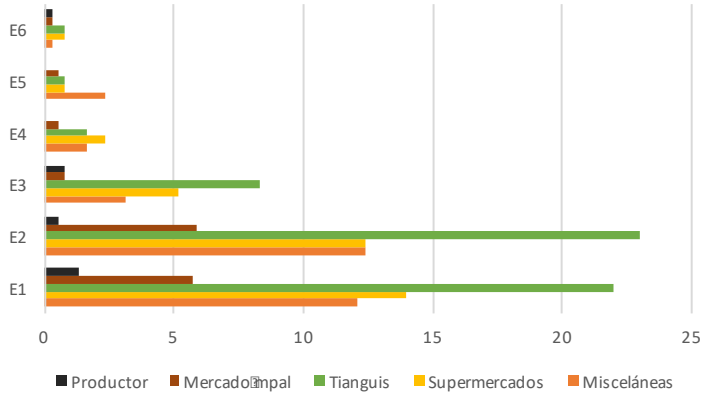


Figura 2. Lugar de compra de chile jalapeño por nivel socioeconómico (frecuencia)

Cantidad de compra

La mayor cantidad comprada a la semana de chile jalapeño es de medio kilogramo a un kilogramo, el 49 % de los consumidores entrevistados señalo comprar esta cantidad de producto a la semana, en segundo lugar (44. 1%) se encuentra la cantidad de medio kilogramo

a la semana, y en tercer lugar (6.3 %) de 1 a 2 kilogramos (Cuadro 1). Su consumo depende del tamaño de la familia y la forma en la que se utilizará (Villalobos y Sánchez, 2013).

Cuadro 1. Porcentaje de compra a la semana realizada por estrato de consumidores de chile jalapeño.

Estratos	**Medio kg**	**de 0.5 a 1**	**de 1 a 2**	**más de 3**	**Total**
Total	44.1	49	6.3	0.6	100

Fuente: Información obtenida en campo, 2020

El 58.9 % de los consumidores entrevistados consumen el chile jalapeño fresco, en segundo lugar (38.7 %) se consume procesado. Los primeros cuatro estratos lo consumen preferentemente en fresco, en tanto los dos últimos estratos (E5 y E6) prefieren consumirlo en forma procesada. Montes et al. (2004) observaron que el consumo del chile es generalizado en fresco, pero el jalapeño en particular puede utilizarse de manera industrializada en diversas modalidades.

Principales problemas

El estrato 1 señalo como problemas para la compra de chile jalapeño, en orden de importancia el precio, apariencia externa y el tamaño. El E2 en cambio señalo la apariencia externa, el precio y tamaño. El E3 señalo que la apariencia externa, el precio y el sabor. El E4 menciono la apariencia externa, el precio y la vida de anaquel. Para el E5 el principal problema es el precio, la apariencia externa y el tamaño. Finalmente, para el E6 el problema fue el precio, la apariencia externa y el tamaño. En general los tres problemas principales que limitan el consumo de chile jalapeño por orden de importancia fueron: apariencia externa, precio y tamaño (Figura 3).

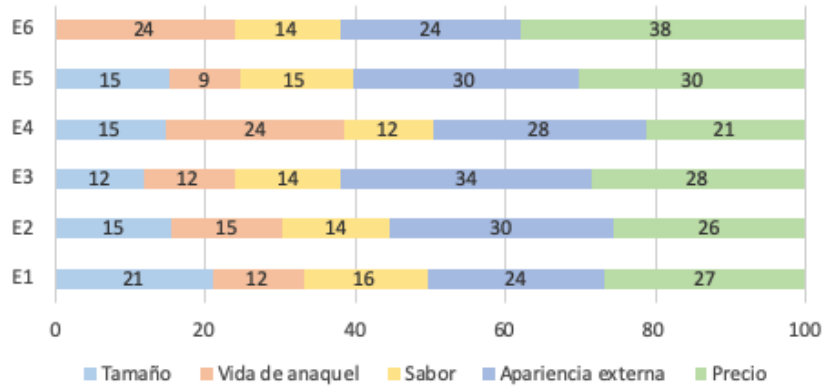


Figura 3. Principales problemas para el consumo de chile jalapeño por estrato económico

Apariencia externa y precio

El 58.7 % de los consumidores estuvieron “totalmente de acuerdo“ en que la ausencia de lesiones o golpes en el chile jalapeño es una aspecto importante para la compra de chile jalapeño, en tanto 31.6 % de consumidores señalaron estar de acuerdo” en esta apreciación. El rango de precios que el consumidor de chile jalapeño del estado de Zacatecas considera adecuado para la compra es de 10 a 20 pesos por kilogramo. El 39.4 % de los consumidores señalo que el rango de $10.00 a $15.00 pesos, en tanto el 32.6 % menciono que podría ser un precio adecuado el rango de precios de $15.00 a $20.00 pesos por kilogramo.

Tamaño

El tamaño mediano (3 a 3.5 centímetros) de chile jalapeño es el que prefiere la mayoría de los consumidores (60.3 %) entrevistados, en segundo lugar con 34 % prefieren el tamaño grande (3.5 a 4 centímentros), y el tamaño jumbo, mayor de 4 centímetros, solo fue preferido por el 5.7 %. El estrato 4 prefiere casi en la misma proporción el tamaño mediano y grande (Cuadro 2).

En un estudio realizado a estudiantes universitarios, encontraron que el ingreso es factor fundamental en la elaboración de un presupuesto, teniendo en cuenta las preferencias por grupos de bienes (Gil y Ríos, 2016). En contraste en el presente estudio se identificó que características atribuidas al producto (tamaño) y a su manejo en el mercado (precio y apariencia) son los que determinan las preferencias de chile jalapeño.

Cuadro 2. Tamaño de chile jalapeño que prefieren los consumidores

Estrato	Mediano	Grande	Jumbo	Total
E1	25.8	12.9	1.2	39.9
E2	20.2	12.6	3.4	36.2
E3	8	6.2	0.5	14.7
E4	3.4	1.3	0.3	5
E5	2.1	0.5	0.3	2.9
E6	0.8	0.5	0	1.3
Total	60.3	34	5.7	100

Fuente: Información obtenida en campo, 2020

CONCLUSIONES

En general los tres problemas principales que limitan el consumo de chile jalapeño por orden de importancia fueron: apariencia externa, precio y tamaño, esta información puede ser utilizada por los productores de chile jalapeño para la producción y comercialización de chile jalapeño en el estado de Zacatecas.

REFERENCIAS

Curatolo, M. 2013. Hacia un entendimiento de la naturaleza y el origen de las preferencias del consumidor. Disponible en: http://www.mbc-sa.com/descargas/Preferencias.pdf

FAOSTAT. 2020. Producción agrícola del cultivo de chile. http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC. Consultado agosto 2020.

Gil, E.O. y Ríos, H.F. 2016. Hábitos y preferencias de consumo. Consumo en estudiantes universitarios. *Dimensión Empresarial* 14(2), 55-72.Montes S., Heredia, E. & Aguirre, A. (2004). Fenología del cultivo del chile (*Capsicum annuum* L.). Cultivo y recursos genéticos. Primera convención mundial de chile. León y Celaya, Guanajuato, México, Junio 2004. pp: 23-27.

Moreno, L., y Rodríguez, G. 2005. Nutrición en la Adolescencia. Madrid: Grupo Acción Medica.

Pérez, R., Morales, J., López, H. & Ayala V. 2017. Intención de compra del consumidor organizacional de chile regional en el estado de Puebla, México. Agricultura, sociedad y desarrollo, 14(4), 599-615.

Sánchez-Toledano, B., Zegbe, J. & Rumayor, A. 2013. Propuesta para evaluar el proceso de adopción de las innovaciones tecnológicas. Rev. Mex. Cien. Agríc. 4(6):855-868.

Solomon, R. 2013. Comportamiento del consumidor. Décima ed, Pearson Educación. México. 640 p.

Velásquez, R., Reveles, L., Mauricio-Castillo, A. 2014. Incidencia de enfermedades parasitarias de chile en el Norte Centro de México. Folleto Técnico Núm 52. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 40 p.

Villalobos, A. y Sánchez, C. 2013. Caracterización del consumo de hortalizas en las familias del sur de Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 24(1): 37-46.

WHO and FAO (WORLD HEALTH ORGANIZATION & FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**)**. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic Diseases (WHO, FAO). Disponible en http://www.fao.org/3/ac911e/ac911e00.htm

Zegbe, J., Mena, J., Valdez, D., Amador, M., & Esparza, G. 2012. Importancia, diversidad genética y situación actual del cultivo del chile en México. 11 –47. In: Cultivo del chile en México. (J. A. Zegbe D, R. D. Valdez, C. y A. Lara H.). Universidad Autónoma de Zacatecas. 183 p.

INDUCCIÓN DE GINOGÉNESIS EN CEBOLLA PARA LA OBTENCIÓN DE PLANTAS HAPLOIDES

ONION GINOGENESIS INDUCTION FOR HAPLOID PLANTS PRODUCTION

García Reyna José Francisco[1], González Chavira Mario Martín[2] Guerrero Aguilar, Brenda Zulema [2], Mora Avilés María Alejandra[2] y Pons Hernández José Luis[2*]

[1] Universidad Politécnica de Guanajuato, Av. Universidad Sur 1001, C.P. 38496 Cortázar, Guanajuato, México; [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío Km. 6.5 Carr. Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto. 38110 México pons.joseluis@inifap.gob.mx

RESUMEN

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una especie alógama de elevado interés agronómico y económico, y fácil de generar híbridos. Los híbridos tienen muchas ventajas, incluido un mayor rendimiento, uniformidad genética y producción de semillas para uso comercial. Los dobles haploides presentan ventajas evidentes para obtener líneas puras respecto a los métodos tradicionales, tanto en menor tiempo como en recursos económicos. La ginogénesis es un método alternativo a la androgénesis para la obtención de plantas haploides como es la cebolla. El objetivo principal del presente trabajo fue la obtención de plántulas haploides mediante la inducción de la ginogénesis *in vitro* en distintos genotipos de cebolla (*Allium cepa* L.). se colectaron Umbelas de cebolla de seis genotipos cuando el 30% de las flores estaba entre 3 y 4 días antes de la antesis y se seleccionaron las yemas florales de una longitud de 3.5 a 4.5mm. Las yemas florales se cultivaron en medio basal, de inducción (A1) suplementado con 2,4-D (2 mg L^{-1}) y BAP (2 mg L^{-1}) y medio de germinación (R1) adicionado con 2iP (2 mg L^{-1}) y NAA (1 mg L^{-1}) hasta la aparición de los embriones. Los embriones se rescataron del interior de los ovarios y se cultivaron en medio de elongación (E1) sin reguladores de crecimiento, y posteriormente su aclimatación en macetas. Se obtuvieron tres genotipos con mayor porcentaje de rendimiento de germinación siendo, L19-12 mostró el porcentaje más alto (0.66%), seguido de L19-15 (0.51%) y L17-10 (0.26%). Los genotipos L12, L15-8 y L19-2 no mostraron respuesta de inducción de ginogénesis. Estos resultados son comparables a los reportados por otros autores en la obtención de plántulas por inducción de ginogénesis *in vitro*.

ABSTRACT

Onion (*Allium cepa* L.) is an allogamous species of high agronomic and economic interest, and easy to generate hybrids. Hybrids have many advantages, including increased yield, genetic uniformity, and seed production for commercial use. Double haploids have obvious

advantages to obtain pure lines compared to traditional methods, both in less time and in economic resources. Gynogenesis is an alternative method to androgenesis for obtaining haploid plants such as onion. The main objective of the present work was to obtain haploid seedlings by inducing gynogenesis in vitro in different onion genotypes (*Allium cepa* L.). Onion umbels of six genotypes were collected when 30% of the flowers were between 3 and 4 days before anthesis and the flower buds of a length of 3.5 to 4.5mm were selected. The flower buds were grown in basal, induction medium (A1) supplemented with 2,4-D (2 mg L-1) and BAP (2 mg L-1) and germination medium (R1) added with 2iP (2 mg L-1) and NAA (1 mg L-1) until the appearance of the embryos. The embryos were rescued from the inside of the ovaries and were grown in elongation medium (E1) without growth regulators, and subsequently acclimatized them in pots. Three genotypes with the highest percentage of germination yield were obtained, with L19-12 showing the highest percentage (0.66%), followed by L19-15 (0.51%) and L17-10 (0.26%). The L12, L15-8 and L19-2 genotypes showed no gynogenesis induction response. These results are comparable to those reported by other authors in obtaining seedlings by induction of gynogenesis *in vitro*.

INTRODUCCIÓN

La obtención de líneas puras conlleva de manera convencional, la autofecundación sistemática por varias generaciones hasta la obtención de la línea con las características deseadas, lo cual involucra tiempo y recursos, particularmente en aquellos casos de plantas bianuales (cebolla). En este sentido, la generación de dobles haploides a partir de plantas haploides provenientes de gametos masculinos (androgénesis vía cultivo de anteras) o femeninos (ginogénesis vía cultivo de ovarios/óvulos), representan una alternativa para la obtención de plantas homocigotas.

Las plantas haploides (esporofitos), contienen un número cromosómico (n). Las plantas haploides producidas de especies diploides (2n=2x), conocidas como monoploides, contienen un set de cromosomas en su fase esporofítica (2n=x). Su fenotipo es más pequeño, exhiben menor vigor que su contraparte diploide y son estériles debido a la imposibilidad de sus cromosomas de aparearse durante la meiosis. Con el fin de propagarlas a través de semilla e incluirlas en los programas de mejoramiento, su fertilidad debe ser restituida ya sea via espontánea o bien mediante inducción de duplicación de cromosomas (Murovec y Bohanec, 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron seis híbridos comerciales de cebolla (*Allium cepa* L.) como plantas donadoras de yemas florales: L-12, L15-8, L17-10, L19-2, L19-12 y L19-15, todos ellos de material de mejoramiento genético del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Las plantas se cultivaron en condiciones de campo bajo luz natural durante 5 meses consecutivos de octubre a febrero.

Se emplearon los medios de cultivo A1 y R1 de Michalik *et al.* (2000) y el medio E1 de Jakse y Bohanec (2003). Las umbelas se cosecharon cuando el 30% de las flores estaba entre 3 y 4 días antes de experimentar la antesis. En la campana de flujo laminar, se seleccionaron 66 yemas florales de cada umbela, de una longitud de 3.5 a 4.5 mm, las yemas florales se esterilizaron superficialmente con etanol al 70% durante 2 min, posteriormente con Cloro comercial (Cloralex) al 10% durante 10 minutos en agitación continúa y, finalmente 3 lavados de 1 minuto cada uno con agua destilada estéril. Una vez esterilizadas, las yemas florales se colocaron distribuidas en 2 cajas Petri con medio A1 y se incubaron en la cámara de crecimiento a 25°C con fotoperiodo de 16h luz/8h oscuridad y una iluminación de 100 µmol m^{-2} s^{-1}, durante 30 días. Transcurrido este tiempo los explantes fueron transferidos a a medio R1 hasta las primeras señales de germinación del embrión, bajo las mismas condiciones de incubación. Una vez que los embriones inician su germinación rompiendo el tejido del ovario, se extrajo del explante original y se cultivó en medio E1 para su elongación.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

El diseño experimental fue un experimento completamente al azar. Cada experimento de inducción de ginogénesis constó de 3 cajas Petri las cuales contenían al menos 30 botones florales por genotipo con al menos tres repeticiones. La unidad experimental fue un botón floral.

El análisis estadístico consistió de un análisis de varianza y comparación de medias a través de la prueba de Tukey (α=0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron diferentes rendimientos de inducción de embriogénesis en los genotipos utilizados. Los rendimientos se calcularon dividiendo el número de embriones obtenidos de cada genotipo entre el número de explantes finales de cada genotipo (Cuadro 1). El genotipo L19-12 mostró el porcentaje más alto (0.66%), seguido de L19-15 (0.51%) y L17-10 (0.26%). Los genotipos L12, L15-8 y L19-2 no mostraron respuesta de inducción de ginogénesis. A pesar de que los rendimientos obtenidos son bajos éstos se encuentran dentro de lo

establecidos por otros autores. En el estudio de Fayos *et al*. (2015) los autores obtuvieron rendimientos similares a los obtenidos en este estudio, el rendimiento más bajo obtenido fue de 0.53% y el más alto de 2.09%. En el estudio de Michalik et al. (2000) evaluaron 30 genotipos distintos los cuales 9 no mostraron respuesta y 12 de ellos presentaron un rendimiento inferior a 1%, el más alto de 10% y teniendo un promedio de 1.12%, en ambos casos empleando el mismo protocolo. Finalmente, Bohanec y Jakše, (1999) reportarin rendimientos similares a este estudio, con rendimiento promedio de 0.98%. Con las evidencias mostradas en este estudio, se puede afirmar que los resultados obtenidos son satisfactorios, si tenemos en cuenta que no se contaba con información acerca de la respuesta morfogénica de los genotipos evaluados. Con esta aproximación será importante acotar los genotipos que presentan respuesta de inducción y germinación de embriones y con ello, establecer las poblaciones con los que los mejoradores podrán desarrollar híbridos de interés.

Cuadro 1. Rendimiento de la producción de embriones de cada genotipo.

Genotipo	Explantes iníciales	Explantes finales	Embriones germinados	Rendimiento en %*
L12	396	395	0	0.00
L15-8	396	396	0	0.00
L17-10	396	391	1	0.26
L19-2	462	462	0	0.00
L19-12	189	151	1	0.66
L19-15	396	393	2	0.51

* No. embriones /No. explantes

El genotipo L19-12 produjo un embrión completamente desarrollado sin ninguna anomalía, se caracterizaba por una polaridad bien definida y un desarrollo sustancial de su sistema radicular, cotiledón, bulbo y tallo (Figura 1A). Los dos embriones del genotipo L19-15 presentaron la misma morfología, se distinguía perfectamente la polaridad, también presentaban un sistema radicular y cotiledón bien desarrollados, pero no mostraron desarrollo de bulbos (Figuras 1B y C). El genotipo L17-10 produjo un embrión que presentaba anomalías morfológicas significativas de tal forma que no se pudo desarrollar y murió después de tiempo, tenía definida su polaridad, pero presentaba carencia del cotiledón y no tenía un sistema radicular bien formado, también presentaba bulbo, pero enjuto (Figura 1D).

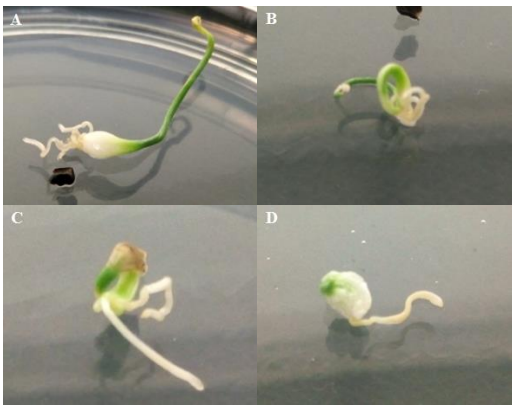


Figura 1. Las distintas morfologías de los embriones obtenidos. (A) Embriones con morfología normal, polaridad y todas las partes bien definidas. (B) y (C) Embriones con morfología normal, polaridad definidas y partes con poco desarrollo. (D) Embriones con morfología normal, polaridad y todas las partes bien definidas.

CONCLUSIONES

La inducción de ginogénesis en cebolla para la obtención de plantas haploides y posteriormente en dobles haploides establece un principio alentador al haber obtenido respuesta de tres genotipos experimentales. Las morfogénesis de las plántulas establecen una adecuada germinación y posterior elongación. La determinación de la haploidía se encuentra en progreso.

AGRADECIMIENTO

Los resultados son parte del proyecto Fiscal: **Adecuación de tecnología de producción de plantas dobles haploides para el mejoramiento genético con numero de SIGI:13232234789**

REFERENCIAS

Fayos O., Vallés M. P., Garcés-Claver A., Mallor C. and Castillo, A. M. 2015. Doubled haploid production from Spanish onion (*Allium cepa* L.) germplasm: embryogenesis induction, plant regeneration and chromosome doubling. Front Plant Sci 6:384.

Jakše M., Bohanec B. 2003. Haploid induction in onion via gynogenesis. In: Maluszynski M., Kasha K. J., Forster B.P., Szarejko I. (eds) Doubled Haploid Production in Crop Plants. Springer, Dordrecht pp. 281-285.

Michalik B., Adamus, A., and Nowak, E. 2000. Gynogenesis in Polish onion cultivars. J. Plant Physiol. 156:211–216.

Murovec J. and Bohanec B. 2012. Haploids and Doubled Haploids in Plant Breeding, Plant Breeding, Dr. Ibrokhim Abdurakhmonov (Ed.), ISBN: 978-953-307-932-5.

LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y LA RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO: INDICADORES EN LA CALIDAD DE AGUA DE RIEGO

THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY AND THE SODIOM ADSORPTION RATIO: INDICATORS IN THE QUALITY OF IRRIGATION WATER

Héctor Manuel Ortega Escobar[1], Vicente Hernández Edrodes[2], Alvaro Can Chulim[3] y Edgar Ivan Sánchez bernal[4].

[1]Profesor Investigador Titular [2]Estudiante de Maestría del Postgrado de Hidrociencia, Postgrado en Hidrociencias, Campus Montecillo. Carretera Federal México-Texcoco km 36.5, Montecillo. 56230 Texcoco, Estado de México.
[3]Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela km 9. 63780 Xalisco, Nayarit, México.
[4]Depertamento de Ecología, Universidad del Mar. Ciudad Universitaria, Puerto Angel. 70902 Pochutla, Oaxaca, México.
Autor de correspondencia: **edrodes@hotmail.com**

RESUMEN

Las aguas residuales provenientes del valle y estado de México son usadas para riego en el Valle de Mezquital, Hidalgo, México. Se tomaron muestras de aguas en 84 estaciones de muestreo distribuidas en la red hidrográfica que riegan el Valle del Mezquital, en primavera de 2018. El objetivo del presente trabajo fue estimar las sales solubles de las aguas muestreadas a partir de la CE (μScm^{-1}) y RAS en sus diferentes conceptualizaciones. La mayoría de las muestras con un 71.4% se clasifican como C3 (750>CE<2250 μScm^{-1}) y el 14.3% se consideran C4 (CE>2250 μScm^{-1}). El coeficiente mg L-1=*af*(CE) fue de *a*=0.6826, valor que corresponde al tipo de agua sodica-bicarbonatada. Para conocer el peligro potencial de sodicidad se calcularon RAS original (RAS_{or}), RAS ajustada (RAS_{aj}) y RAS corregida (RAS_{co}), en donde se ha encontrado valores muy altos dentro de la clasificación C4S4 con 10, 14 y 8% respectivamente. Por lo que no es recomendable el uso de estas aguas para riego, de lo contrario se recomienda practicas especiales de mejoramiento de suelo, tanto mecánico y químico que permita la permeabilidad y mejorar el drenaje, para la aplicación de agua en excedente a la lámina de riego y así lograr un buen lavado, además de la selección de cultivos altamente tolerantes a sales.

ABSTRACT

Wastewater from the valley and the state of Mexico is used for irrigation in the Mezquital Valley, Hidalgo, Mexico. Water samples were taken from 84 sampling stations distributed in the hydrographic network that irrigate the Mezquital Valley, in spring 2018. The objetive of the present work was to estimate the soluble salts of the simple waters from the EC (μScm^{-1}) and

SAR in their different conceptualizations. Most of the samples with 71.4% are classified as C3 (750>CE<2250 μScm^{-1}) and the 14.3% are considered C4 (CE>2250 μScm^{-1}). The coefficient mg L^{-1}=***a***f(CE) was of a=0.6826, value that corresponds to the type of sodium-bicarbonate water. To know the potential danger of sodsicity, original SAR (SARor), adjusted SAR (SARaj) and corrected SAR (SARco) were calculated, were very high valves have been found with in the C4S4 cassification with 10.14 and 8% respectively. Therefore the use of these water for irrigation is not recommended, other wise speciel soil improvement practices are recommended, both mecanicak and chemical to allow permeability are improve drainnage for the application of excess water to the sheet of irrigation and thus a chieve a good washing, in addition to the selection of crops highly tolerant to salts.

INTRODUCCION

Las aguas negras provenientes del estado de México dan origen al río salado, pasando por las poblaciones de Atitalaquia, Taxcoapan, Tetepango y Tlahuelipa de Ocampo, para unir cauce con el río Túla, este río pasa a cambiar de nombre por Tepeji, aportando agua a las presas Taxhimay, Requema y Endhó. Posteriormente recibe aportaciones a su caudal por los ríos Salado y Actopan, el río Tula comparte caudal con el río San Juan del Río a la altura de la población Zimapán, al final recibe aportaciones del río Hondo para pasar a formar parte del río Moctezuma, este río es un afluente de importancia del río Panuco (aportando un volumen aproximado de 2553.8 Mm^3) que desemboca en el Golfo de México, cerca de la ciudad de Tampico, Tamaulipas (Espino, 1981; Velázquez *et al*., 2002; López *et al.,* 2016).

El uso de agua residual en la agricultura, pueden tener efectos positivos en la fertilidad y propiedades físicas del suelo, esto se debe por el contenido de elementos de importancia agronómica como el nitrógeno, fosforo y la materia orgánica presentes en el agua. Sin embargo, también se asocia con problemas fundamentales en suelos agrícolas como la salinización y sodificación afectando la permeabilidad (Richards, 1974).

Para llevar a cabo la caracterización de las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital, provenientes de las zonas urbanas e industriales de la ciudad y Valle del estado de México consistió en determinar las concentraciones de sales, la determinación RAS en sus diferentes conceptualizaciones.

El presente trabajo de investigación es observacional, prospectivo, transversal, analítico y descriptivo (Méndez *et al.,* 1996).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El Valle del Mezquital se localiza en la porción sur oriental del Estado de Hidalgo, entre los paralelos 19°36’ y 20°22’ de latitud norte y los meridianos 98°56’ y 99°38’ de longitud oeste, con una superficie aproximada de 2,714 km^2. La altura oscila entre 1700 msnm, la temperatura media anual oscila entre 18 a 19 ºC, y presenta variaciones dentro de un día por efecto de la altitud (Figura 1).

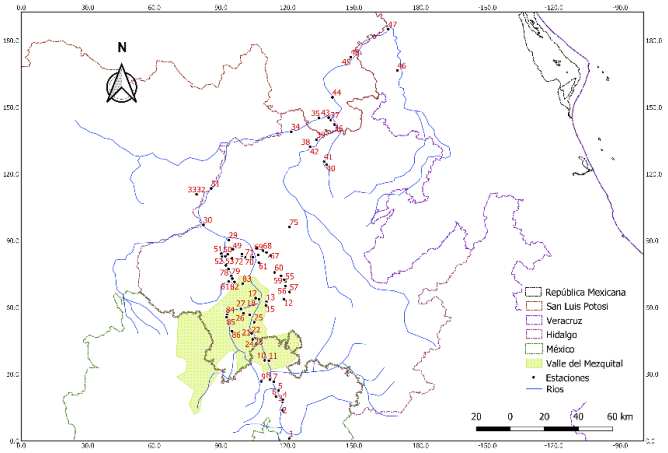


Figura 5. Ubicación de los sitios de muestreo.

La vegetación de la región es característica de las zonas semidesérticas. En la parte montañosa, al norte del valle, la población arbórea ha disminuido notablemente por la excesiva extracción para leña y la producción de carbón. La disponibilidad de agua residual para riego ha dado origen el aumento de la frontera agrícola.

El valle de Mezquital se encuentra ubicado dentro de dos provincias fisiográficas: la Sierra Madre Oriental y el Eje Neo-volcánico con un 95% del Valle, se subdivide en dos subprovincias: Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo (presenta un corredor inferior a los 2000 msnm), lagos y Volcanes del Anáhuac. Quedando encerrado por las sierras, mesetas y lomeríos de origen volcánico, que exceden los 2000 m.

Toma de muestras y métodos analíticos

La toma de muestras se efectuó en 84 estaciones en primavera del 2018, distribuidas a lo largo de la red hidrográfica de las aguas residuales, el muestreo fue simple con dos repeticiones en la superficie del agua, de acuerdo a la NOM-AA-03-1980. Las muestras se

tomaron en el Gran Canal Oriental, canales de riegos primarios, secundarios y terciarios, presas y ríos, todas ellas de aguas residuales que se utilizan para el riego agrícola en el gran Valle del Mezquital. Se utilizó un GPS marca Garmin Extre Ventura HC, para geo posicionar cada estación muestreada.

Posteriormente se llevó acabo las siguientes determinaciones según APHA (1989): pH, CE, Ca^{2+}, Mg^{+2}, Na^{+}, K^{+}, CO_3^{2-} , HCO_3^{-}, Cl^{-}, SO_4^{2-}. Utilizando los métodos analíticos de acuerdo con APHA: 4500-H^{+} B, 2510 B, 3500 Ca B, 2320 B, 4500-Cl-B y 4500-SO_4 E.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sales solubles

La conductividad eléctrica es el parámetro ampliamente utilizado para el estudio y diagnóstico de la salinidad, proporciona información de la concentración total de las sales presentes, por lo que se puede estimar la cantidad de sales solubles, pero no el tipo de sal. Para el diagnóstico y la clasificación de aguas de riego se ha establecido cuatro clases de acuerdo a los valores de la CE; C1 menor a 250 μScm^{-1}, C2 se encuentra dentro del rango de 250 a 750 μScm^{-1}, C3 se ubica entre el intervalo de 750 a 2250 μScm^{-1} y C4 adquiere valores superiores a 2250 μScm^{-1}. Tomando en base la clasificación realizada por Richards (1974), el 14.3 % de las muestras tomadas de las estaciones de muestreadas se encuentran en C2 (250>CE<750 μScm^{-1}), el 71.4% están clasificadas en C3 (750>CE<2250 μScm^{-1}) y el 14.3 se consideran C4 (CE>2250 μScm^{-1}).

Referente al contenido del NaCl, las aguas residuales que riegan el Valle del Mezquital presentó los siguientes valores: para el intervalo de 250>CE<750 μScm^{-1} es de 1.03-2.16 $mmol_cL^{-1}$; para el intervalo de 750>CE<2250 μScm^{-1} es de 3.02-8.46 $mmol_cL^{-1}$ y para la CE>2250, es de 7.20-20.38 $mmol_cL^{-1}$.

El bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$), presentó los siguientes valores cuando la 250>CE<750 μScm^{-1}, es de 1.39-2.97 $mmol_cL^{-1}$; para el intervalo de 750>CE<2250 μScm^{-1} es de 4.31-11.37 $mmol_cL^{-1}$ y para la CE>2250 μScm^{-1} es de 10.47-34.02 $mmol_cL^{-1}$.

En la Figura 2 se puede observar la dependencia entre solido total disponible (STD) y la conductividad eléctrica, el 93 % de las muestras de aguas residuales se encuentra entre el rango de 292-266 $\mu S\ cm^{-1}$, y tan solo el 7 % se encuentra entre 3785 a 6195 $\mu S\ cm^{-1}$, siendo más alto de lo encontrado en estudios previos por Velázquez *et al.,* (2002).

A partir de los valores de la CE se puede hacer la estimación de STD, para nuestro caso la relación funcional mg L^{-1}=$\boldsymbol{af}$(CE), se obtuvo el valor de la constante $\boldsymbol{a}$=0.6826, siendo un indicador de la composición iónica de las aguas residuales del tipo sódica-bicarbonatada.

López *et al.,* (2016) encontró el valor de ***a***=0.6989, para el Valle del Mezquital. Richards (1974) describe que la relación debe ser aproximadamente de **a**=0.640, valor encontrado de las muestras de aguas en el Valle del Imperial en Estados Unidos de Norteamérica.

La variación del valor en la constante, se debe por la composición química del origen del agua (subterráneas, freáticas, superficiales) y por el contacto que ha tenido el agua por el tipo de roca o sedimentos, además se debe mencionar que las aguas residuales presentan variación en su composición química.

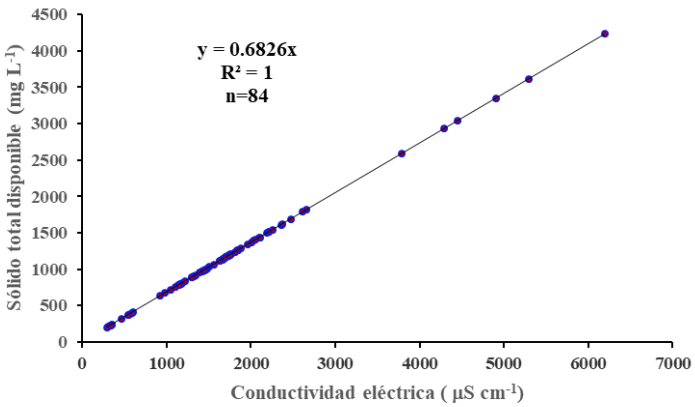


Figura 6. Relación entre la conductividad eléctrica (μScm^{-1}) y sólido total disponible (mg L^{-1}).

Clasificación de las aguas residuales de acuerdo con Richards

En la Figura 3 se representa la clasificacion del RAS$(mmolcL\text{-}1)^{1/2}$ con sus diferentes formulaciones a la que nos permite definir el riesgo de sodificacion, con respecto a la CE (μScm^{-1}) que nos proporciona informacion del grado de salinización, la cuan se le conoce como diagrama de Richards (Richards, 1974).

Conocer el intervalo de valores de la relación de adsorción de sodio (RAS) en sus tres conceptualizaciones, nos permite definir o proyectar el comportamiento del RAS de las aguas en diferentes condiciones de altos o bajos contenidos de dióxido de carbono CO_2, además de la precipitación y solubilización del $CaCO_3$. La clasificación de las aguas muestreadas de acuerdo con el diagrama de Richards es la siguiente:

Clasificación C2-S1: para esta clasificación de la RAS en sus diferentes conceptualizaciones se comportó de igual forma con un 14% del total de las muestras, estas aguas se pueden usar en la mayoría de los suelos, sin embargo, se recomienda establecer cultivos con una moderada tolerancia a sales.

Clasificación C3-S2: la RAS_{or} obtuvo un 44% de las muestras, mientras para la RAS_{aj} fue el 14% y siendo más alta de las dos anteriores el RAS_{co} con un 58%, por lo que el uso de estas aguas se recomienda en suelos con un buen drenaje (suelos con textura gruesa o suelos con contenido de MO alta) y los cultivos a establecer deben ser tolerantes a la salinidad.

Clasificación C3-S3: para la RAS_{or} se obtuvo un 7%, mientras la RAS_{aj} es la que presentó el mayor número de muestras dentro de esta clasificación con un 33% y la RAS_{co} con el 6%, el uso de estas aguas no es recomendable en suelos con un drenaje deficiente, ya que se puede producir niveles tóxicos de PSI (porciento de sodio intercambiable), se sugiere un buen manejo de suelo que ayuden a aumentar el drenaje y el uso de mejoradores.

Clasificación C3-S4: la RAS_{aj} presento un 23%, mientras la RAS_{co} solo un 1%, no es recomendado el uso de estas aguas para riego, debido que presentan un alto contenido de sodio, en el caso de establecer un cultivo, se recomienda que la especies vegetal presente un nivel muy alto en tolerancia a las sales.

Clasificación C4-S3: presenta un 5% para RAS_{or} y un 6% para la RAS_{co}, estas aguas no son apropiadas para riego agrícola, en el caso de usarla hay que tener en cuenta manejos mecánicos y químicos de los suelos, con la finalidad de aumentar la infiltración de este, y los costos de producción es mucho mayor.

Clasificación C4-S4: la RAS_{or} presenta un 10% de las muestras, mientras un 14% presentó para RAS_{aj} y para la RAS_{co} un 8%, esta agua no se recomienda para riego, los cultivos a establecer deben ser altamente tolerantes a sales.

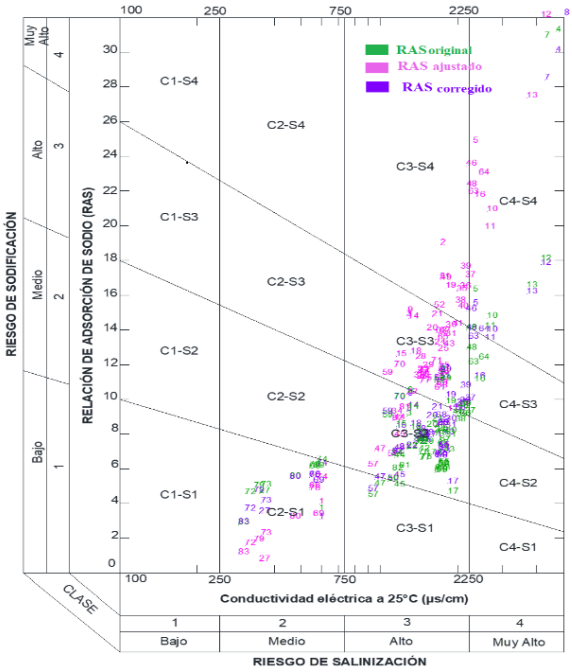


Figura 7. Distribución de las aguas residuales que riegan el Valle de Mezquital en el diagrama de Richards.

Otros estudios realizados en la calidad de las aguas residuales del Valle de Mezquital, el contenido iónico y la CE presentan variabilidad en los datos, de igual forma sucedió al realizar la clasificación propuesta por Richards, donde se concluye que no existe problemas en el uso de estas aguas para riego agrícola (Mendoza *et al.,* 2016). Sin embargo, hay que hacer mención que nuestros datos son ligeramente más alto en RAS se ubicaron 4 muestras fuera de la representación del diagrama de Richards en la figura 3.

Las aguas que recorren la red hidrográfica que riegan el Valle de Mezquital, tienen alto contenido de Na^+ y baja concentración de Ca^{2+} y Mg^{2+}, presenta un pH con tendencia alcalina, por lo que hay que tener en cuenta que el Na^+ puede afectar al suelo como en su estructura e infiltración, ocasionando una disminución en el rendimiento de los cultivos.

CONCLUSIONES

La clasificación de las aguas con respecto a la CE, la mayoría de las muestras quedaron dentro de la clasificación C3 con un 74% (750>CE<2250 μScm^{-1}), por lo que se puede utilizar estas aguas en suelos con un buen drenaje y el cultivo a establecer tiene que ser muy tolerante a sales. El 14.3% se clasifican como C4 (CE>2250 μScm^{-1}), esta agua no es recomendable su uso con fines de riego agrícola. Se encontró el valor de la relación funcional mg L^{-1}=***af***(CE), fue de ***a***=0.6826, valor que corresponde a la composición iónica de las aguas residuales del tipo sódica-bicarbonatada. La RAS en sus diferentes conceptualizaciones nos

permite identificar el riesgo a la sodificación del suelo, esta depende de la calidad del agua de riego y las características del suelo, siendo de menor magnitud en suelos gruesos que en los finos.

REFERENCIAS

APHA (American Public Health Association). 1989. Standard methods for the examination of wáter and wastewater. 17th ed. Port City Press. Baltimore, MD.

Espino de la O. E. 1981. Reuse of municipal wastewater for industrial purposes in México City. Pp 75-88. In: F. M. D'itri., J. Auirre y M. M. Athie (eds.). Municipal wastewater in agricultura. Academic Press. New York.

López G. A. D., Ortega E. H. M., Ramírez A. C., Sánchez B. E. I., Can C. A., Gómez M. D. J y Vázquez A. R. E. 2016. Caracterización fisicoquímica del agua residual urbano-industrial y su importancia en la agricultura. Tecnología y ciencias del agua. 7(6), 139-157.

Mendez R. I., Namihira G. D., Moreno L. A y Sosa de M. C. 1996. El protocolo de investigación, Lineamientos para su elaboración y análisis. 2 ed. Trillas. 210 p.

Mendoza S. I., Ortega E. H. M y Romero L. M. R. 2016. Relación de adsorción de sodio en los suelos agrícolas del Valle de Mezquital regados con aguas residuales. Revista de Ingeniería y Tecnología para el Desarrollo Sustentable. 1: 33-37.

Richards L. A. 1974. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salino y sódicos. Limusa. México, D. F. ISBN: 968180306X.

Velázquez M. M. A., Ortega E. H. M., Martínez G. A., Kohashi S. J. y García C. N. 2002. Relación funcional PSI-RAS en las aguas residuales y suelos del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. Terra 20:459-464.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES VARIEDADES EXPERIMENTALES Y COMERCIALES DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench.) EN SINALOA

EVALUATION OF DIFFERENT EXPERIMENTAL AND COMMERCIAL VARIETIES OF SORGHUM (*Sorghum bicolor* L. Moench.) IN SINALOA

Obed G. Gutiérrez-Gutiérrez, Tomás Moreno-Gallegos[1], Jesús A. López-Guzmán[1], Jesús M. Moreno-Hernández[1], Claudia María Melgoza-Villagómez[2]

[1]Campo Experimental Valle de Culiacán-INIFAP. Carretera Culiacán-El Dorado, km 17.5. Municipio. C. P. 80000, Culiacán. Sinaloa, México, [2]Sitio Experimental Santo Domingo-INIFAP. Carretera Transpeninsular Km. 208. Cd. Constitución, B. C. S. gutierrez.obed@inifap.gob.mx; fazobed@gmail.com

RESUMEN

México es el cuarto productor a nivel mundial del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) con cerca de 845 mil has de este cultivo para el año 2019, sin embargo, es el principal importador de este grano con un volumen de 2.35 millones de toneladas. El programa de mejoramiento genético de sorgo del Campo Experimental Valle de Culiacán del INIFAP, realiza la formación de variedades de sorgo que compitan en producción de grano y rendimiento de forraje con los que ya se encuentran comercialmente. El objetivo del estudio fue evaluar variedades experimentales y comerciales de sorgo bajo condiciones de riego en el municipio de Culiacán, Sinaloa. Durante el ciclo otoño invierno 2019/20. Se establecieron seis variedades comerciales y diez variedades experimentales generadas por el INIFAP, en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, la unidad experimental constó de 4 surcos de 5 m de largo. Las variables evaluadas fueron rendimiento de forraje (t ha^{-1}); altura de planta, color de grano, longitud de panoja y porcentaje de materia seca. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas para las variables de Altura de planta, Rendimiento de forraje, longitud de panoja y porcentaje de materia seca. La línea experimental BT09E1GR mostro el mayor rendimiento de forraje (55 t ha^{-1}) seguido por BT09E8AR con rendimiento promedio de forraje de 53.75 t ha^{-1}, ambas líneas compiten favorablemente con los testigos. Debido a lo anterior, se puede concluir que las variedades generadas en el INIFAP tienen las características de importancia agrícola para poder convertirse en variedades comerciales para resolver la falta de forraje. Se recomienda seguir realizando estudios en estas líneas de investigación para su liberación.

ABSTRACT

Mexico is the fourth largest producer of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) worldwide with about 845 thousand hectares of this crop for the year 2019, however, it is the main importer of this grain with a volume of 2.35 million tons. The sorghum genetic improvement program of

the Campo Experimental Valle de Culiacan del INIFAP, carries out the formation of sorghum varieties that compete in grain production and forage yield with those that are already commercially available. The objective of the study was to evaluate experimental and commercial varieties of sorghum under irrigation conditions in the municipality of Culiacán, Sinaloa. During the autumn winter 2019/20 cycle. Six commercial varieties and ten experimental varieties generated by INIFAP were established, in a random block design with three repetitions, the experimental unit consisted of 4 rows of 5 m long. The variables evaluated were forage yield (t ha^{-1}); plant height, grain color, and percentage of dry matter. The results showed significant statistical differences for the variables of plant height, forage yield, pan length and percentage of dry matter. The experimental line BT09E1GR showed the highest forage yield (55 t ha^{-1}) followed by BT09E8AR with an average forage yield of 53.75 t ha^{-1}, both lines compete favorably with the controls. Due to the above, it can be concluded that the varieties generated in INIFAP have the characteristics of agricultural importance to be able to become commercial varieties to solve the lack of forage. It is recommended to continue carrying out studies in these lines of research for their release.

INTRODUCCIÓN

En México, la superficie sembrada de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) para grano en 2019 fue de 845 377 ha, con una producción de 2 346 343 toneladas de grano y un rendimiento promedio de 2.85 t ha^{-1} y 272 186 mil toneladas de forraje verde. Sinaloa ocupa el segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo, después de Tamaulipas. En cuanto a producción, Sinaloa reporto un rendimiento de 50 mil toneladas de grano y 37 mil toneladas de forraje verde de sorgo al año (SIAP, 2020). En la entidad, el 70% del sorgo se cultiva bajo condiciones de temporal, mientras que el 30% bajo riego, con rendimientos promedio de 1.61 t ha^{-1} y 6.51 t ha^{-1} de grano, respectivamente (SIAP, 2020). Lo anterior muestra la importancia de la generación de genotipos más eficientes para el aprovechamiento de la humedad disponible en el suelo. Aunado a lo anterior, el ciclo biológico del cultivo debe ser más corto o intermedio para hacer un uso más eficiente del recurso agua y aprovechar de una mejor manera la distribución errática de la precipitación pluvial que se registra en el Estado (Hernández-Espinal *et al*., 2010a).

Una de las principales problemáticas en la ganadería en México es la falta de alimento para el ganado bovino durante todo el año, especialmente durante la época de estiaje. En México el 94.3% del sorgo se destina a la elaboración de alimentos balanceados para la alimentación pecuaria y durante los últimos años, se ha observado un crecimiento del consumo del cultivo de sorgo en el país. Así mismo, el estado de Sinaloa destaca a nivel nacional por el volumen

y valor de su producción pecuaria, donde es relevante la producción de carne de bovinos y aves (Hernández-Espinal *et al*., 2010b).

El programa de mejoramiento genético de sorgo del Campo Experimental Valle de Culiacán, del INIFAP en Sinaloa, ha trabajado durante los últimos años en la formación de variedades, esto ha permitido seleccionar materiales que presenten rendimientos de forraje iguales o superiores a los ya conocidos, tolerancia a enfermedades, al acame y a la sequía. El objetivo del estudio fue evaluar la producción de forraje de variedades experimentales y comerciales de sorgo bajo condiciones de riego en Culiacán, Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados, fueron seis variedades comerciales (Fortuna, Costeño-201, Perla-101, Silo 100, VCS Diamante y Gavatero-203) y diez variedades experimentales (BT09T9B, BT09E8B, BT09E8R, BT09E8AB, BT09E8AR, BT09E1GR, BT09E8 R2, BT09T5, BT09T9R y BT09E1GB), formadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Palacios *et al*., 2001; Medina, 2003; Palacios *et al*., 2009a; Palacios *et al*., 2009b; Hernández-Espinal *et al*., 2010a; Hernández-Espinal *et al*., 2010b; Hernández-Espinal *et al*., 2011a; Hernández-Espinal *et al*., 2011b; García-Montes *et al*., 2012).

Los genotipos fueron sembrados durante el ciclo otoño invierno 2019- 2020, el 21 de diciembre de 2019, en el Campo Experimental Valle de Culiacán del INIFAP, Sinaloa, México, bajo condiciones de riego. Se estableció el ensayo de rendimiento en un diseño en bloques completamente al azar con tres repeticiones, la unidad experimental constó de 4 surcos de 5 metros de largo y se consideraron solo los dos surcos centrales para evitar el efecto de orilla. El manejo del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones para el cultivo de sorgo en el centro de Sinaloa (Moreno y Hernández-Espinal, 2011). Las variables evaluadas fueron rendimiento de grano y forraje (ton ha^{-1}); ciclo vegetativo; altura de planta; longitud de panoja, % de Materia Seca y color de grano. El análisis se realizó con el programa estadístico SAS (ver 9.2, 2008), empleando la prueba de DMS ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS

La altura de las plantas varió de 1.43 m a 3.14 m, la variedad de menor tamaño fue la Fortuna y una de las variedades que se encuentra en evaluación y la que mostró el mayor tamaño BT09T5. Las primeras de las variedades se caracteriza por ser para grano, las variedades de mayor porte se pudieran utilizar para doble propósito. En el análisis estadístico se detectaron diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 27.0%, como se observa en el Cuadro 1, donde se presentan los resultados concentrados de los datos promedio de

rendimiento en forraje y dos características de los materiales evaluados y los testigos. Los colores característicos de las variedades son de color rojo o de color blanco, excepto la variedad Diamante que mostró un color Ámbar. Además, se encontró diferencia estadística en rendimiento de forraje entre los testigos y las variedades nuevas del programa de mejoramiento genético del Campo Experimental Valle de Culiacán. El rendimiento promedio de las diferentes variedades fue de 41.09 ton ha^{-}, el rendimiento menos fue para la variedad comercial Perla-101 con 18.75 ton ha^{-1} y la mayor fue para la variedad BT09E1GR con una producción media de 55.00 ton ha^{-1}.

Cuadro 1. Rendimiento de forraje, altura de planta y color de grano, de ocho variedades avanzadas y seis materiales comerciales de sorgo, evaluadas en ensayo de rendimiento en el ciclo 2019-2020, en el Campo Experimental Valle de Culiacán-INIFAP.

Genotipo	Altura de planta (cm)	Color de grano	Rend. Forraje (ton ha^{-1})	Long. de Panoja (cm)	Materia Seca (%)
BT09T9B	271.67	Blanco	37.50	23.67	35.60
BT09E8B	289.50	Blanco	40.00	22.67	30.33
BT09E8R	203.00	Rojo	43.75	23.67	31.17
BT09E8AB	275.33	Blanco	45.00	23.00	37.46
BT09E8AR	187.67	Rojo	53.75	21.33	27.69
BT09E1GR	262.00	Rojo	55.00	26.00	25.79
BT09E8 R2	263.00	Rojo	51.25	25.33	28.33
BT09T5	314.33	Rojo	48.75	26.00	31.04
BT09T9R	286.67	Rojo	40.00	26.33	29.38
BT09E1GB	143.33	Blanco	40.00	26.67	30.00
VCS-DIAMANTE	162.67	Ámbar	36.25	21.35	36.11
GAVATERO-203	179.00	Rojo	40.00	29.67	39.05
PERLA-101	151.67	Rojo	31.25	24.00	29.17

COSTEÑO 201	171.00	Rojo	18.75	28.50	30.00
FORTUNA	143.67	Blanco	46.25	25.67	24.64
SILO 100	214.33	Blanco	30.00	27.67	31.90
DMS (5%)	60.35	--	4.785	3.87	
C.V. (%)	27.0	--	22.86	11.00	

CONCLUSIONES

De los 16 materiales evaluados los que tuvieron un mayor rendimiento son la línea experimental BT09E8AR y BT09E1GR, compitiendo favorablemente con todas las variedades comerciales. Sin embargo, la variedad que mostró el menor rendimiento fue la Costeño con rendimientos promedio menor a las variedades desarrolladas dentro del INIFAP. Debido a lo anterior, es importante la incorporación de nuevos materiales para poder obtener mayor cantidad de forraje y contribuir a mejorar los rendimientos del cultivo de Sorgo y de esta manera poder disminuir la falta de forraje en los productores del estado de Sinaloa.

REFERENCIAS

Hernández-Espinal, L. A., T. Moreno., J. E. Reyes, y A. Loaiza. 2011a. Perla-101: Nueva variedad de sorgo para el estado de Sinaloa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 2(5):779-784.

Hernández-Espinal, L. A., T. Moreno., J. E. Reyes, y A. Loaiza. 2011b. Costeño-201: Nueva variedad de sorgo de temporal de doble propósito para Sinaloa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 2(5): 785-790.

Hernández-Espinal, L. A., T. Moreno., A. Loaiza, y J. E. Reyes. 2010a. Sinaloense-202, nueva variedad de sorgo para el estado de Sinaloa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 1(5):733-737.

Hernández-Espinal, L. A., T. Moreno., A. Loaiza, y J. E. Reyes. 2010b. Gavatero-203, nueva variedad de sorgo forrajero para el estado de Sinaloa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 1(5): 727-731.

Hernández-Espinal, L. A. y T. Moreno. 2011. Formación y Evaluación de Híbridos Experimentales de sorgo granifero en Sinaloa. XI Simposio Internacional y VI Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. 7 (Memorias), CD.

Medina, C. S. 2003. Perla 101 variedad de sorgo de polinización libre. SAGARPA. INIFAP. CIRNO, CEVACU. Culiacán, Sinaloa, México. Folleto técnico. Núm. 23. 6-22 p.

Montes-García N., H. Williams-Alanís., T. Moreno-Gallegos., M. E. Cisneros-López, y V. Pecina-Quintero. 2012. Rb-paloma variedad de sorgo blanco para producción de grano y forraje. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 35 (2): 185-187.

Moreno, G. T, y L. A. Hernández-Espinal. 2011. Producción de semillas de sorgo de polinización libre. SAGARPA. INIFAP. CIRNO, CEVACU. Culiacán, Sinaloa, México. (Memoria de Capacitación). 1-24 p.

Palacios, V. O., T. Moreno-Gallegos, y J. E. Reyes–Jiménez. 2001. Costeño 201, sorgo de doble propósito para temporal en Sinaloa. SAGARPA. INIFAP. CIRNO, CEVACU. Culiacán, Sinaloa, México. Folleto técnico. Núm. 2. 2 p.

Palacios, V. O., T. Moreno., A. Loaiza., J. E. Reyes, y S. Medina. 2009a. Gavatero-203 Nueva variedad de sorgo forrajero para Sinaloa. SAGARPA. INIFAP. CIRNO, CEVACU. Culiacán, Sinaloa, México. Folleto técnico. Núm. 31. 7-10 p.

Palacios, V. O., T. Moreno., J. E. Reyes., A. Loaiza, y S. Medina. 2009b. Sinaloense-202 Nueva variedad de sorgo para el estado de Sinaloa. SAGARPA. INIFAP. CIRNO, CEVACU. Culiacán, Sinaloa, México. Folleto técnico. Núm. 32. 7-10 p.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2020. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2011 en México. El cultivo de sorgo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). URL: http://www.siap.gob.mx.

EVALUACIÓN DE REGÍMENES DE RIEGO APLICADO AL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays,* L.) BAJO RIEGO POR GRAVEDAD, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

EVALUATION OF IRRIGATION REGIMES APPLIED TO CORN CROP (Zea mays, L.) UNDER GRAVITY IRRIGATION, IN THE VALLEY OF YAQUI, SONORA

Marroquín-Morales José Á.[1]; Ortiz-Enríquez José E. [1]; Montoya-Coronado Lope[1]; Díaz-Ceniceros Huizar L.[1]; Armenta-Castro César M.[1]

INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug[1], marroquin.jose@inifap.gob.mx,

RESUMEN

En los últimos años la superficie de maíz se ha incrementado significativamente en el sur de Sonora pasando de 7,500 a más de 50,000 ha. y esto se debe a los incrementos en rendimiento que se han obtenido en los últimos años en el Valle del Yaqui, pero la principal limitante es la cantidad de agua que requiere este cultivo con hasta 7 riegos de auxilio que hacen un total de 95 cm de lámina (9.5 millares de m^3/ha). Por lo que, el objetivo de este estudio es reducir la cantidad de agua consumida para el cultivo de maíz en esta región y obtener el máximo rendimiento para así incrementar el área de siembre sin tener una mayor demanda de agua. Los resultados del estudio mostraron que el tratamiento donde se obtuvo el mayor rendimiento fue en el hibrido comercial DK-4055 con un rendimiento total de 16,434.40 kg/ha y una lámina de riego total de 59.81 cm (5.981 millares de m^3/ha).

ABSTRACT

In recent years, the maize area has increased significantly in southern Sonora, from 7,500 to more than 50,000 ha. and this is due to the increases in yield that have been obtained in recent years in the Yaqui Valley, but the main limitation is the amount of water required by this crop with up to 7 auxiliary irrigations that make a total of 95 cm of sheet (9.5 thousand m3 / ha). Therefore, the objective of this study is to reduce the amount of water consumed for the cultivation of corn in this region and obtain the maximum yield in order to increase the area of sow without having a greater demand for water. The results of the study showed that the treatment where the highest yield was obtained was in the commercial hybrid DK-4055 with a total yield of 16,434.40 kg / ha and a total irrigation sheet of 59.81 cm (5,981 thousand m3 / ha)-

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cereales más importantes para el consumo humano y animal, como grano y forraje. La producción mundial es alrededor de 638 millones de toneladas de grano en aproximadamente 143 millones de hectáreas (FAOSTAT, 2016).

México es uno de los principales países consumidores de maíz a nivel mundial, ya que éste es la base de su alimentación, además de ser el cultivo más producido en el país y de ocupar el cuarto lugar como productor en el mundo. A nivel nacional se identifican aproximadamente 2 millones de productores dedicados al cultivo de maíz, de estos 85% lleva a cabo su labor en predios cuya extensión es menor o igual a 5 hectáreas (SIAP, 2007).

El agua es el elemento clave en la tarea de elevar y sostener la producción agrícola, de manera que satisfaga las múltiples demandas del cultivo. La agricultura es la actividad que utiliza el mayor volumen de agua; más de las dos terceras partes de la que proporcionan los ríos, lagos y acuíferos del planeta. Se destina el 70 %, aproximadamente, de toda el agua utilizada para uso humano, temiéndose que esto pueda afectar al futuro de la producción de alimentos (FAO, 2002).

El valle del Yaqui, localizado en el noroeste de México, con una precipitación anual promedio de 511.8 mm, que proviene en un 70%, aproximadamente, de las lluvias de verano y el resto por las lluvias durante los meses de invierno. El escurrimiento anual promedio es de 3 061 Hm3. El principal usuario de esta cuenca es el Distrito de Riego 041 Río Yaqui, con más del 85.0% del agua superficial asignada, la cual se utiliza para irrigar las más de 227 224 hectáreas. Este distrito es un sistema agrícola que produce principalmente trigo, cártamo, hortalizas, maíz, sorgo, algodón, garbanzo, alfalfa y frutales, (Minjares *et al.,* 2009)

En los últimos años la superficie de maíz se ha incrementado significativamente pasando de 7,500 a más de 50,000 ha. y esto se debe a los incrementos en rendimiento que se han obtenido en los últimos años en el Valle del Yaqui, pero la principal limitante es la cantidad de agua que requiere este cultivo con hasta 7 riegos de auxilio que hacen un total de 95 cm de lámina. Por lo que, el objetivo de este estudio es reducir la cantidad de agua consumida para el cultivo de maíz en esta región y obtener el máximo rendimiento para así incrementar el área de siembre sin tener un mayor requerimiento hídrico del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el ciclo otoño-invierno 2019-20 en terrenos del CENEB-INIFAP, Cd. Obregón, Sonora, localizado en el Block 910, con una superficie de 0.5 ha. en condiciones de campo y con riego por gravedad. El tipo de suelo fue arcilloso, el cultivo inmediato anterior fue maíz también regado por gravedad. La preparación del terreno fue cinceleo y doble paso de rastra. La fertilización fue de 450 kg/ha de nitrógeno en forma de urea, se aplicó el 50 % de fertilizante en pre siembra, 25 % en la siembra y el resto se aplicó antes del primer riego de auxilio, el trazo de las camas fue de 0.8 m de separación por 100 m de longitud, la distancia

entre plantas de 12.5 cm para así tener un total de 100,000 plantas por ha. Se aplicó un riego de pre siembra de 10 cm de lámina. Se aplicaron distintos regímenes de riego como se muestra en el (Cuadro 1 y 2). El material genético a evaluar fue el híbrido comercial DK-4055 y Rinoceronte. Se evaluaron tratamientos con 3,4,5 y 6 riegos de auxilio por cada material genético (Cuadro 1) y seis repeticiones por cada tratamiento.

La fecha de siembra se llevó a cabo el 18 de diciembre del 2019 y se sembró en húmedo. Se utilizó una sembradora de precisión marca monosem, después de la siembra se aplicó el herbicida veltarane ultra (fluroxipir-meptil 45.52 %) para el control de maleza con una mochila aspersora, también se aplicó (permetrina) granular para el control de gusano cogollero *(Spodoptera frugiperda).* Se realizaron calendarios de riego en base a la evapotranspiración y se instalaron sensores watermark a 35 cm bajo la superficie del suelo para cada tratamiento, para así determinar la humedad disponible total en todo el ciclo del cultivo, las lecturas se tomaron en base al calendario y el tiempo de riego (Figura 2).

La unidad experimental fue de ocho surcos por diez metros de largo y la parcela útil de dos surcos centrales de seis metros de largo. La cosecha se realizó manualmente y las principales variables obtenidas fueron el rendimiento (t/ha) y la lámina de riego total aplicada a cada tratamiento (cm), también se obtuvieron las temperaturas máximas y mínimas, precipitación y evapotranspiración (mm) y radiación solar directa (w/ m^2) de todo el ciclo del cultivo. Las variables que se tomaron en etapa vegetativa y reproductiva fueron altura de planta, altura de mazorca y diámetro del tallo. En componentes de rendimiento se determinó el número de líneas por mazorca, diámetro, longitud y peso de mazorca. También se cuantifico la lámina de riego total aplicada en cada tratamiento (cm).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aplicación de los riegos y lámina de riego total aplicada

En el (Cuadro 1) se observa las láminas de riego aplicadas por cada tratamiento, también se puede observar el número total de riegos aplicados en cada tratamiento y los materiales evaluados para este estudio. Observamos que el tratamiento de seis riegos para los dos materiales evaluados se tuvo una lámina total de 59.81 cm (5.981 millares de m^3/ha) siendo estos tratamientos la mayor cantidad de agua suministrada, y el tratamiento con menor cantidad fue el de 3 riegos de auxilio con 30.86 cm (3.86 millares de m^3/ha) de lámina.

Cuadro 1. Lámina de riego aplicada por tratamiento y material evaluado, bajo riego por gravedad, en el valle del yaqui, sonora. 2019-2020

Tratamientos	Lámina Aplicada (Cm)						Lámina Total (Cm)
	1	2	3	4	5	6	
6 RIEGOS DK-4055	10.08	10.00	9.51	9.05	10.58	10.58	59.81
6 RIEGOS ASGROW	10.08	10.00	9.51	9.05	10.58	10.58	59.81
5 RIEGOS DK-4055	9.23	12.39	10.19	9.38	9.41		50.60
5 RIEGOS ASGROW	9.23	12.39	10.19	9.38	9.41		50.60
4 RIEGOS DK-4055	11.70	9.54	9.53	9.29			40.06
4 RIEGOS ASGROW	11.70	9.54	9.53	9.29			40.06
3 RIEGOS DK-4055	11.93	9.36	9.58				30.86
3 RIEGOS ASGROW	11.93	9.36	9.58				30.86

Cuadro 2. Intervalos de riegos y fechas de aplicaciones para el cultivo de maíz

Número de Riegos	Fecha					
6	31-ene	21-feb	13-mar	09-abr	27-abr	12-may
5	07-feb	06-mar	01-abr	21-abr	11-may	
4	14-feb	13-mar	31-mar	15-abr		
3	21-feb	20-mar	09-abr			

Rendimiento de grano

La cosecha se realizó manualmente del 6 al 10 de julio del 2020 a los 199 días después de la siembra. Donde se obtuvo el mayor rendimiento fue el hibrido DK-4055 con el tratamiento de

seis riegos de auxilio (Figura 1) con 16,434.40 kg/ha y con una lámina total de 59.81 cm (5.981 millares de m^3/ha), (cuadro 1). También se observa que el hibrido rinoceronte responde mejor al ser sometido a estrés hídrico, con un total de 3 riegos de auxilio y un total de 30.86 cm de lámina (3.86 millares de m^3/ha) el rendimiento fue de 13,698.54 kg/ha comparado con los tratamientos de 4 y 5 riegos de auxilio que tienen un rendimiento mucho menor para los dos materiales evaluados.

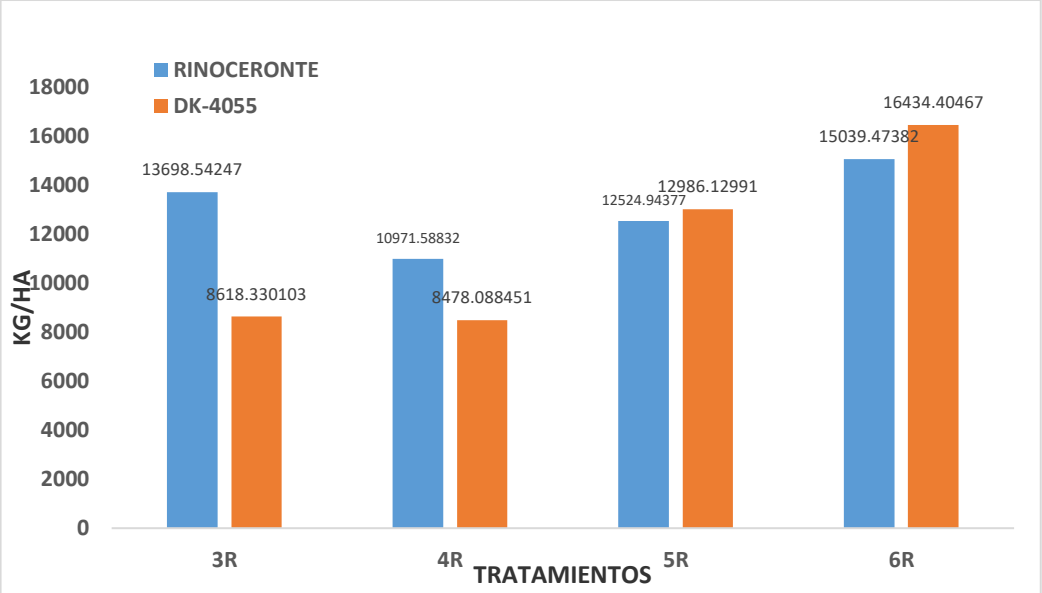


Figura 1. Rendimiento de grano de maíz con diferentes regímenes de riego para dos materiales genéticos en el valle del yaqui, sonora.

Monitoreo de la humedad del suelo

En la (Figura 2) se observa las diferentes variaciones de humedad para todos los tratamientos durante todo el ciclo de crecimiento y desarrollo del cultivo, como se aprecia en la figura vemos que en la etapa vegetativa el cultivo se somete a un ligero estrés hídrico, al aplicar estrés en esta etapa no se afecta el rendimiento, posteriormente se observan que los riegos son más cortos uno del otro esto debido a la alta evapotranspiración. También observamos estrés hídrico en los tratamientos de 3 riegos de auxilio en las ultimas lecturas para los dos materiales evaluados esto debido a la poca cantidad de agua suministrada en todo el ciclo de la planta.

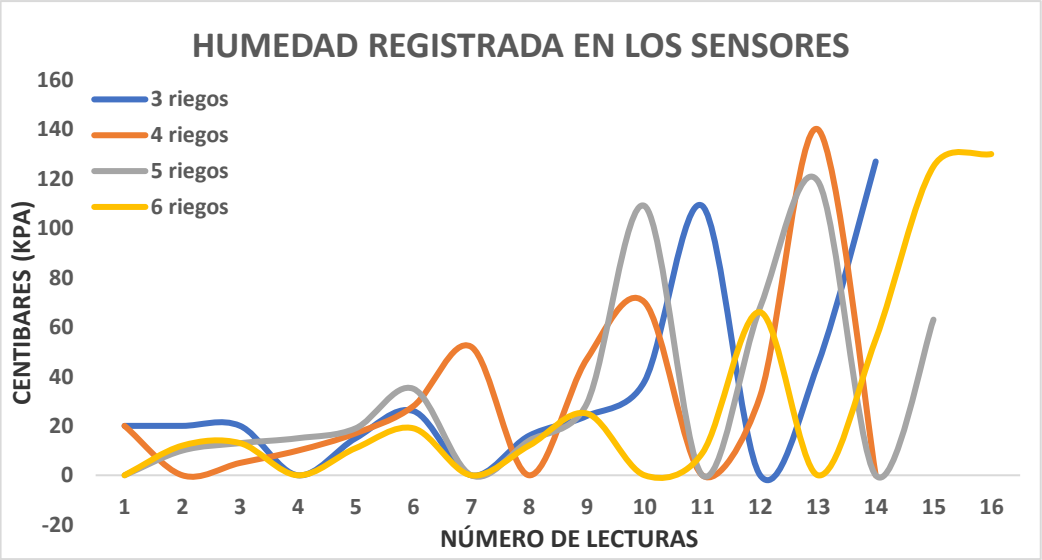


Figura 2. Monitoreo de la humedad disponible en el suelo para el cultivo de maíz en todo el ciclo de la planta

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento de grano se obtuvo en el hibrido DK-4055 con 16,434.40 kg/ha y se obtuvo con el tratamiento de 6 riegos de auxilio y una lámina total de 59.81 cm. El hibrido rinoceronte responde mejor aplicando estrés hídrico para esta región. La productividad del agua fue de 49.27 litros para producir un kilo de grano de maíz, una productividad muy baja debido al sistema de riego por gravedad.

REFERENCIAS

FAOSTAT, FAO, Statistical Database. 2016. FAO Statistical Databases. Publishing Management Service, Information Division, Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). Via delle Terme di Caracalla, Rome, Italy. http://faostat.fao.org. (Consulta: agosto, 2020).

FAO AGL: Maize crop water management, 2002.http://www.fao.org /ag/agl/aglw/ cropwater /maize.stm#descrip.

José Luis Minjares y Lugo Roberto F. Salmón-Castelo. 2009. Índice económico para el manejo interanual del agua: caso del Distrito de Riego 041 Río Yaqui, México. Ingeniería hidráulica en México, vol. XXIV, no. 41-54.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2007: Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Cierre de la producción agrícola por estado, http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola siap gb/icultivo/index.jsp.

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE CINCO HIBRIDOS DE SANDÍA PERSONAL

YIELD EVALUATION OF FIVE SUGAR BABY WATERMELON HYBRIDS

[1*]Ramiro Maldonado Peralta, [1]Delfina Salinas Vargas, [1]Andrés León Villanueva, [1]Adalid Graciano Obeso, [1]Flor María Ruelas González

[1]Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Carretera a Brecha Sin Número. Ej. Burrioncito,

Guasave, Sinaloa C.P. 81149.

***Autor para correspondencia: ramy_20009@hotmail.com**

RESUMEN

La producción global de sandía se destina al comercio mundial. Esto la convierte, junto con las bananas, manzanas, uvas y cítricos, en el conjunto más importante de productos frutícolas comercializados en el mundo. El objetivo fue para generar información sobre híbridos de sandía que llenen las características cualitativas de la demanda del mercado nacional y de exportación. El presente trabajo de investigación se llevó en el lote del campo experimental, ubicado en el Instituto Tecnológico Superior de Guasave municipio de Guasave, Sinaloa, se usaron los híbridos de sandía personal "Tipo Sugar Baby", de la empresa Hazera son Extazy, Cheetah, Oceloty, Leopard y Mielhart. Se contó el número de hojas, ramas y frutos, área foliar, el rendimiento (kg/planta) Peso del fruto (PF) Sólidos solubles totales (SST). Los resultados muestran que el análisis de varianza y la prueba de medias (Tukey) para las cinco híbrido evaluadas de sandía tipo personal mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en todas las características medidas. Los parámetros estadísticos evidencian una amplia diversidad entre los híbridos evaluadas de sandía (Cuadro 1), diversidad que demuestra los atributos agronómicos y de calidad. Los híbridos de sandía evaluados muestran que se pueden producir en la región de Guasave y que el hibrido Extazy produce frutos de mayor tamaño y calidad. El híbrido Cheetah presento el mayor número de características que deben tener las sandías la calidad de planta.

ABSTRACT

Global watermelon production is destined for world trade. This makes it, along with bananas, apples, grapes and citrus fruits, the most important group of fruit products marketed in the world. The objective was to generate information on watermelon hybrids that meet the qualitative characteristics of the domestic and export market demand. This research work was carried out in the experimental field lot, located in the Higher Technological Institute of

Guasave, municipality of Guasave, Sinaloa, the personal watermelon hybrids "Sugar Baby Type" were used, from the company Hazera are Extazy, Cheetah, Oceloty, Leopard and Mielhart. The number of leaves, branches and fruits, foliar area, yield (kg / plant), fruit weight, total soluble solids were counted. The results show that the analysis of variance and the test of means (Tukey) for the five evaluated hybrids of personal watermelon showed significant differences ($P \leq 0.05$) in all the measured characteristics. The statistical parameters show a wide diversity among the evaluated watermelon hybrids, a diversity that demonstrates the agronomic and quality attributes. The watermelon hybrids evaluated show that they can be produced in the Guasave region and that the Extazy hybrid produces fruits of greater size and quality. The Cheetah hybrid presented the greatest number of characteristics that plant quality watermelons should have.

INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus*), es una hortaliza importante para las zonas áridas y semiáridas en el mundo (Erdem y Yuksel, 2003; Shukla *et a*l., 2014). En México, los reportes de SAGARPA indican que se cosecharon 23 527 ha de diferentes tipos de sandía, con un rendimiento promedio son de 23.3 ton/ha. Sin embargo, existen regiones de Jalisco donde se utiliza el riego por goteo y acolchado plástico, y los rendimientos sobrepasan las 45 ton/ha (SIAP, 2015). Los principales estados productores de sandía son: Jalisco, Sinaloa, Sonora, Chihuahua y Tabasco (ASERCA, 2016).

Los cultivares se eligen dependiendo del destino o mercado: (a) Sandías grandes para proceso (4.5-9 kg) - usadas para ensaladas. Con requisitos de color sabor, firmeza y brix (> de 11). Las variedades que normalmente se usan son Millonaria y Olimpia. (b) Sandías medianas o normales (3.5- 6 kg) - son para anaqueles o frescas con requerimientos de forma, color de cáscara y pulpa y brix (9-11). Las variedades más usadas son Boston, Sunrise, Crimson, Reina de Corazones, Duquesa, Sweet Wonder, etc. (c) Sandías personal o minis, para mercados selectos (1.5-3.5 kg) - son frutos relativamente pequeños y las variedades más usadas son Bambino, Extasis y Banesa Región De Murcia Digital. (2011).

Según Cabrera et al. (2000) las primeras frutas de cultivares de sandía de tamaño grande (como 'Charleston Gray', 'Jubilee', 'Black frre') pueden estar listas para cosechar entre 80 y 90 días después de la siembra, y en los cultivares de fruta pequeña (Sugar Baby) en alrededor de 70 días después de la siembra. El índice de madurez de la sandía es un fruto no climatérico y por tanto, para conseguir un grado de calidad óptimo, el fruto debe recolectarse cuando está completamente maduro. Los cultivares varían ampliamente en cuanto a sólidos solubles en la madurez. En general, un contenido de al menos 10 % en la pulpa central del fruto es un

indicador de madurez apropiada, junto con el color (Chemonics Intemational Inc., 2010). No obstante, las nuevas exigencias y gustos de los mercados, hacen que las sandías cultivadas para la exportación posean pesos comprendidos entre 3 a 8 kg/fruto, tendiendo a reducirlo hasta llegar a piezas de 2 kg/fruto o menos (Región de Murcia Digital, 2011; Delgado-Paredes *et al*., 2014). Para mantener la competitividad, los productores deben introducir de manera regular, año a año, nuevos híbridos, que se adapten al clima, al manejo del cultivo en el área de producción, al tipo de suelo y humedad de este, que sea tolerante a plagas y enfermedades, un buen grado de precocidad, tener buenos atributos de pre y post cosecha, que son factores que determinan los rendimientos del cultivo de sandía se planteó el siguiente objetivo para producir información sobre híbridos de sandía que llenen las características cualitativas de la demanda del mercado nacional y de exportación.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se llevó en el lote del campo experimental, ubicado en el Instituto Tecnológico Superior de Guasave (ITGS) municipio de Guasave, Sinaloa, ubicado a 25°52'' LN y 108°37' LO, con altitud de 15 m, donde se sembrara el material genético, y se usaron híbridos de sandía personal “Tipo Sugar Baby”, de la empresa Hazera son Extazy, Cheetah, Oceloty, Leopard y Mielhart.

El manejo del cultivo se realizó con la preparación del terreno, formación de camas, acolchado y la cinta para fertirriego, se usaron abejas como polinizadores y el control de plagas y enfermedades con productos químicos y bilógicos. La siembra de las semillas se realizó el 2 de agosto del 2019, en charolas germinadoras de poliestireno de 200 cavidades, en las que se utilizara turba como sustrato “peat-moss” y se crecieron en un invernadero. El trasplante, se llevó a cabo cuando las plántulas presentaban la cuarta hoja verdadera, aproximadamente 25 días después de la siembra. El agua para el cultivo se aplicó utilizando riego por goteo, para lo cual se instaló cintilla de espesor (16 mm), con emisores separados a 0.3 m, con un gasto de 3.1 litros/hora/m. La frecuencia de riego fue de cada siete días, por un periodo de 2 horas/riego. El fertilizante se aplicó en el sistema de riego a una fórmula de 207, 88, 420, 220 y 80 kg de N, P_2O_5, K_2O, Ca y Mg respectivamente. El periodo de desarrollo de las plantas de sandía se da en un periodo de 70 a 100 días.

Diseño experimental y tratamientos fueron establecidos y analizados en un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida de tres camas de 70 m de largo por 1.8 m entre camas y 1 m entre plantas, en cada cama se establecieron las 5 variedades con 10 plantas cada una, en un área de 378.0 m^2 y una

población total de 30 plantas por variedad y las mediciones de las variables de respuesta del cultivo se realizaron en las cinco plantas centrales.

Durante la etapa de fructificación del cultivo se cuantificaron los caracteres de respuesta: Número de hojas (NH) se cortaron todas las hojas por planta, Largo de planta (LP) se midió desde la base hasta la punta de la guía con una cinta métrica (m), Número de ramas (NR) se contaron las ramas por planta, Diámetro de tallo (DT) se midió en la base de la planta con un vernier metálico, Número de frutos (NF) es el conteo de frutos por planta, Rendimiento (Rend=kg/planta) se pesaron todos los frutos cosechados, Peso del fruto (PF) se dividió en número de frutos entre el rendimiento, diámetro del polar (DP) y ecuatorial (DE) con una cinta se midió a la mitad de la fruta (cm), Área foliar (AF) se realizara en cada planta con un medidor de área foliar LI-COR 3100, LI-COR, Lincoln, NE, EE. UU.), Sólidos solubles totales (SST) en por ciento (A.O.A.C., 1990), se midieron en tres gotas de jugo de la fruto que se colocaron sobre la celda de un refractómetro ATAGO PR-100® (Japón) con escala de Brix de 0.0 a 32.0 %.

El análisis de datos que uso para probar las posibles diferencias entre tratamientos se realizó un análisis de varianza empleando el diseño completamente al azar para las variables de respuesta: NH, LP, NR, DT, NF, Rend, PF, DP, DE, AF y SST; también se realizara la prueba de comparación múltiple de medias propuesta por Tukey, con $\alpha = 0.05$. Usando el paquete estadístico SAS.9.0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza y la prueba de medias (Tukey) para las cinco híbrido evaluadas de sandía tipo personal mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en todas las características medidas. Los parámetros estadísticos evidencian una amplia diversidad entre los híbridos evaluadas de sandía (Cuadro 1), diversidad que demuestra los atributos agronómicos y de calidad. La información muestra que si existe al menos un híbrido de sandía tipo personal, con el potencial de ser utilizado comercialmente, para tener una alternativa tienen un promedio de peso oscila entre 1.2 a 1.6 kg por fruto. Estas variedades producen hasta 4 a 6 frutos por planta Alvarado y Morales, (2002) es muy semejante a lo obtenido es este trabajo donde vario de 5 a 8 frutos por planta. La calidad de la fruta va a depender en la mayoría de los casos del buen manejo que se lleve a cabo en todas las prácticas del cultivo y principalmente de los factores ambientales que favorezcan el contenido de la humedad residual del suelo. Los frutos de sandía deben presentar sólidos totales superiores a los 10 °Brix (Domene, 2014). Esta

característica es muy importante porque indica la concentración de azúcares. Cabe mencionar que esto depende no sólo del potencial genético del cultivar; también influye el manejo agronómico, un punto importante es disminuir los riegos en la maduración de los frutos para que se concentren los azúcares.

Cuadro 1. Valores estimados de los parámetros poblacionales: media, coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) en cinco híbridos de sandía tipo personal, en Guasave, Sinaloa.

Variable	Media	Desviación estándar	Intervalo (mín-máx)	CV (%)	DMS
Número de hojas	187	30.5	144-135	1.3	4.48
Largo de planta (m)	2.6	0.6	1.5-3.3	2.9	0.14
Diámetro de tallo (mm)	11.8	1.3	10-14	1.2	0.24
Número de guías	14.4	3.9	9-20	6.8	1.85
Área foliar (m)	1.0	0.1	0.8-1.2	4.9	0.09
Número de frutos	6.2	0.8	5-8	8.5	1.00
Peso de fruto(g)	1.4	0.2	1.2-1.6	4.6	0.12
Rendimiento (kg/planta)	8.5	1.7	5.8-11.1	2.3	0.37
Diámetro polar (cm)	22.4	1.3	20-24	1.3	0.55
Diámetros ecuatorial (cm)	44.0	2.9	37-47	1.3	0.93
Sólidos solubles totales (°Brix)	11.6	1.3	9.7-13.2	2.8	0.63

En el Cuadro 2 se presentan los resultados del análisis de varianza para las variables mediadas en los híbridos de sandía, donde podemos apreciar las diferencias significativas en las características evaluadas. Lo anterior indica que al menos existe un tratamiento que es diferente a los demás. La producción y la calidad de la sandía están relacionadas con factores genéticos, climáticos y fitotécnicos, en que la nutrición mineral es de importancia fundamental (Feltrim *et al*., 2011).

Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables medidas en cinco híbridos de sandía tipo personal, en Guasave, Sinaloa.

		Número de hojas	Largo de planta (m)	Diámetro de tallo	Numero de guías	Área foliar (m^2)	Número de frutos	Peso de frutos	Rendimiento (kg/planta)
FV	GL	Sumas de cuadrados							
Var	4	22180**	10.6**	43.7**	363**	0.2**	10.4**	0.3**	73.6**
E	20	112	0.1	0.3	19	0.1	5.6	0.1	0.7
Total	24	22292	10.7	44.0	382	0.3	16.0	0.4	74.3

** Significativos a los niveles de probabilidad 0.05, FV= Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, Var= Variedad, E=Error.

Las variables medidas en número de hojas, Largo de planta, Número de guías y Área foliar en los cinco híbridos de sandía muestran que hay cultivares mejores que otras, cabe estacar al híbrido Cheetah con los mejores valores.

El análisis de medias para la variable peso de los frutos de sandías (Cuadro 3), los resultados muestran que hubo diferencias estadísticas entre las variedades, donde el híbrido Extazy produjo la mayor cantidad y también los frutos de sandía de mayor peso medio, con 1.5 kg/fruto y la de menor peso se obtuvo con el tratamiento Mielhart, con 1.2 kg/fruto. El peso promedio de las sandías personales o mini sandías es de 1.5 a 3 kg/fruto

Cuadro 3. Análisis de medias de Tukey de las variables medidas en cinco híbridos de sandía tipo personal, en Guasave, Sinaloa.

Híbridos	Número de hojas	Largo de planta (m)	Número de guías	Área foliar (m)	Número de frutos	Peso de fruto(g)	Rendimiento (kg/planta)
Cheetah	232 a	3.25 a	19.6 a	1.20 a	5.6 b	1.42 b	8.39 c
Extazy	206 b	2.24 c	18.2 a	1.01 b	7.2 a	1.55 a	10.87 a
Leopard	182 c	3.26 a	11.4 c	0.99 b	6.4 ab	1.42 b	7.52 d
Oceloty	168 d	3.05 b	13.4 b	1.04 b	6.4 ab	1.39 b	9.79 b
Mielhart	147 e	1.62 d	9.8 c	0.87 c	5.4 c	1.20 c	5.96 e

Los resultados de rendimiento muestran diferencias significativas para los cinco híbridos evaluados. Según el análisis de medias de Tukey para la variable rendimiento comercial del fruto de sandía, muestran los resultados que los mejores tratamientos fueron Extazy con rendimientos promedio de 10.8 kg/planta y el menor rendimiento promedio se obtuvo con el híbrido Sandía Mielhart con 5.9 kg/ planta. Según Baixauli *et al*., 2008) el rendimiento obtenido es significativamente inferior al de las sandías de calibre grueso, la recolección y manipulación de los frutos es más delicada. Para que su cultivo sea interesante para el productor, habría que compensarle con un mayor precio de liquidación, para mantener la rentabilidad.

En el Figura 2 se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable sólidos solubles totales (°brix) en los frutos de sandía. Los mismos muestran diferencias significativas en los híbridos evaluados en donde el híbrido Extazy resulto mejor a todas y los cuales se consideran adecuados para el mercado nacional e internacional. La sandía con menos del 10 % de azúcar en la escala Brix no tiene un sabor muy dulce. En el DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA (2004), se describen las disposiciones relativas a la calidad de la sandía. Esta norma precisa las características que deben tener las sandías una vez acondicionadas y envasadas, estableciendo las características mínimas de calidad, de madurez y la categorización de la fruta. Las sandías deben estar suficientemente desarrolladas y maduras. Los frutos de sandía de acuerdo a Montalván (2007), los frutos de sandía deben presentar sólidos solubles totales superiores a los 10 °brix.

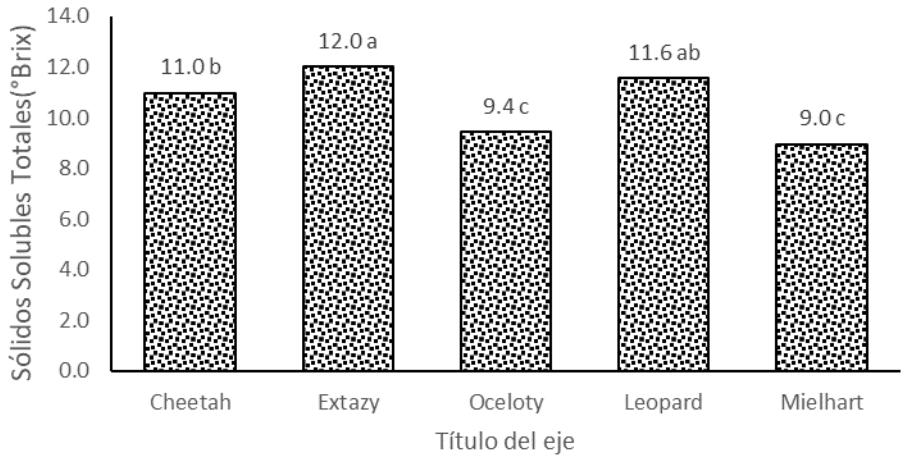


Figura 2. Análisis de medias de Tukey para los sólidos solubles totales en frutos valuación de cinco híbridos de sandía tipo personal, en Guasave, Sinaloa.

CONCLUSIONES

Los híbridos de sandía evaluados muestran que se pueden producir en la región de Guasave y que el hibrido Extazy produce frutos de mayor tamaño y calidad. El híbrido Cheetah presento el mayor número de características que deben tener las sandías la calidad de planta.

REFERENCIAS

A.O.A.C., Assotiation of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 15ª ed. Ed. Washington DC, USA. pp:918-919.

Alvarado, C.M. y Morales, J.A. 2002. Fertirrigación para la Producción de Hortalizas en Áreas Pequeñas. Ficha Tecnológica. INIFAP. 2 p.

ASERCA. 2016. La sandía una tradición exportadora. Claridades Agropecuarias. Vol. 75: México, D.F. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 40 p. México.

Baixauli C., A. Giner, J. Mª Aguilar y A. Nuñez. 2008. Nuevos cultivares de sandía sin pepitas, calibres reducidos y mini sandías. Revista Horticultura. 38-43.

Cabrera, I; Fomaris, G; Martinez SL; Ortiz, C; Rivera, LE; Semidey, N. 2000. Conjunto tecnológico para la producción de Sandía. Ed. W Lugo. Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. 40 p.

Chemonics Intemational, Inc. 2010. Guía para el cultivo de Sandía (Citrullus lanatus)(en línea). Nicaragua. Consultado 17 abr. 2018. Disponible en:http://cenida.una.edu. nilrelectronicos/RENF01CH517s.pdf

Delgado-Paredes G. E., C. Rojas-Idrogo, A. Sencie-Tarazona y L. Vásquez-Núñez. 2014. Caracterización de frutos y semillas de algunas cucurbitáceas en el norte del Perú Revista fitotecnia mexicana. 37: 7-20

DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA. 2004. Reglamento (CE) Nro. 1862/2004 de la Comisión de las Comunidades Europeas. (en línea). Bruselas, BE. Disponible en: https://www.boe.es /doue/2004/325/ L00017-00022.pdf, consultado 1 agosto. 2020.

DOMENE M. 2014. Negocio agroalimentario y cooperativo. Ficha de transferencia. CAJAMAR. Veracruz, México. 18 p.

Erdem, Y. and A. N. Yuksel. 2003. Yield response of watermelon to irrigation shortage. Sci. Hortic. 98: 365-383.

Figueroa, S.B. 1991. Agricultura sostenible y deterioro ambiental. La erosión del suelo. En: Memorias del Primer Simposio Nacional sobre Agricultura sostenible. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. pp. 357.

Feltrim, AL. ABC. Filho, MV. Gonsalves, LC. Pavani, JC. Barbosa y JW M. Cortez. 2011. Distancia entre plantas y dosis de nitrógeno y potasio en sandía sin semillas fertirrigada. Pesq. agropec. bras., Brasília (9): 985-991.

Montalván E.C. y S. Arias 2007. Manual para la producción de sandía. Manual de producción. USAID. P, 6.

Región De Murcia Digital. 2011. Sandía, Características; Consultada El 29 De Julio del 2020. Disponible en: Http://Www.Regmurcia.Com/Servlet/S.Sl?Sit=C,543,M,2102&R=Rep-19955-Detalle_Reportajespadre.

Salaya-Domínguez J. M,, E. Carrillo-Avila1, O. L. Palacios-Velez, L. A. Aceves-Navarro y J. F. Juárez-López. 2002. Respuesta del cultivo de sandía (Citrullus vulgaris Schrad) al potencial del agua en el suelo Rev. Fitotec. Mex. Vol. 25 (2): 127-133.

Shukla, S., N. K. Shrestha, F. H. Jaber, S. Srivastava, T. A. Obreza, and B. J. Boman. 2014. Evapotranspiration and crop coeff icient for watermelon grown under plastic mulched conditions in sub-tropical Florida. Agric. Water Manage. 132: 1-9.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Producción agrícola. México. www.siap.gob.mx; http://infosiap.siap.gob.mx/ (Consulta: 2-Junio-2018).

EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FOLIARES DEL GARBANZO Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO

EVALUATION OF THE INCIDENCE OF CHICKPEAS FOLIAR DISEASES AND ITS EFFECT ON GRAIN YIELD

Isidoro Padilla Valenzuela[1], Víctor Valenzuela Herrera[4], Gustavo A. Fierros Leyva[2], Pedro F. Ortega Murrieta[2], Brenda Z. Guerrero Aguilar[3]

1. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Cd. Obregón, Sonora. padilla.isidoro@inifap.gob.mx . 2. Campo Experimental Costa de Hermosillo, Hermosillo, Sonora 3. Campo Experimental El Bajío, Celaya, Guanajuato. 4. Campo Experimental Valle de Culiacán, Culiacán, Sinaloa.

RESUMEN

Las enfermedades foliares del garbanzo son esporádicas en esta región sur de Sonora están asociadas a condiciones de alta humedad, nublados y lluvias. Cuando estas condiciones se presentan las enfermedades son favorecidas y desarrollan rápidamente ocasionando fuerte daño al follaje, tallos, flores y vainas. El objetivo fue evaluar la respuesta de accesiones, líneas mejoradas y variedades de garbanzo con grano tipo 'kabuli' y 'Desi' al ataque natural de enfermedades foliares en condiciones riego. La investigación se realizó en 2019-20 en el Valle del Mayo, Sonora (109° 30' N y 27° 00' W). Se evaluaron 20 líneas con grano tipo Desi y 29 líneas y variedades tipo Kabuli. Los testigos susceptibles fueron Blanco Sinaloa 92, Blanoro, Desierto, Jamu 96 de grano tipo kabuli y el testigo resistente ICC 8091 tipo desi. Se encontró resistencia múltiple en ICC 8091, Hat Trick, San Antonio y Pénjamo de grano tipo Desi. Las nuevas variedades de grano tipo kabuli Combo 743 y Mazocahui tuvieron una reacción tolerancia. Los genotipos más rendidores fueron Cuga 08 590, Frontier, Progreso 96, y San Antonio con 3.625, 3.625, 3.450 y 3.125 t ha^{-1}.

ABSTRACT

Chickpea is seriously affected by foliar diseases, mainly: gray mold, mildew and rust. They are associated with long periods with high humidity and presence of rain and an outbreak cause serious damage in leaves, stems, flowers and pods. The aim of this study was to evaluate the response of accessions, breeding lines and varieties of chickpea type 'Kabuli' and 'Desi' to foliar diseases under two environments. The research was conducted during Fall-Winter 2019-16 in Navojoa, Sonora. 20 lines with grain type 'Desi' and 29 lines 'Kabuli' were evaluated. Susceptible checks were kabuli type Blanco Sinaloa 92, Blanoro, Desierto, Jamu 96 and the resistant was desi type ICC 809. Planting was on 20 December 2019. Multiple foliar disease resistance was observed for ICC 8091, Hat Trick, San Antonio and Pénjamo Desi type. Highest grain yield was

showed by Cuga 08 590, Frontier, Progreso 96, and San Antonio con 3.625, 3.625, 3.450 y 3.125 t ha^{-1}.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades foliares más comunes en el cultivo de garbanzo en el Sur de Sonora son mildiu (*Peronospora ciceris*), moho gris (*Botrytis cinerea*) y tizón por alternaría (*Alternaria alternata*) (Armenta y Armenta, 2004; Ramírez *et al*., 2012). Las enfermedades foliares del garbanzo son esporádicas en esta región porque dependen de las condiciones de alta humedad ocasionadas por nublados y precipitaciones continuas y prolongadas. Cuando estas condiciones se presentan las enfermedades son favorecidas y desarrollan rápidamente ocasionando fuerte daño al follaje, tallos, flores y vainas (Rewal y Grewal, 1989; Salinas-Pérez *et al*., 2008; Carrillo-Fasio *et al*., 2012). El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta de accesiones, líneas mejoradas y variedades de garbanzo con grano tipo 'kabuli' y 'Desi' al ataque natural de enfermedades foliares en condiciones riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante 2019-20 en suelo arcilloso (> 50% arcilla) en el Sitio Experimental Valle del Mayo-INIFAP (109° 30' N y 27° 00' W) a 39 msnm, en Navojoa, Sonora. Se evaluaron 20 líneas con grano tipo Desi y 29 líneas y variedades tipo Kabuli. Se utilizaron como testigos susceptibles a las variedades Blanco Sinaloa 92, Blanoro, Desierto, Jamu 96 de grano tipo kabuli y el testigo resistente ICC 8091 tipo desi. La siembra fue el 20 diciembre de 2019, en suelo con humedad. Se depositaron 15 semillas por metro lineal, material por surco de 0.80 m de ancho por 6 m de longitud. Los testigos se intercalaron cada 10 surcos. Al cultivo se dio el manejo agronómico recomendado para la región, excepto el control de enfermedades. Las variables evaluadas fueron: reacción a mildiu, botrytis y roya a los 65, 75 y 99 días después de la siembra (dds), en las etapas floración, formación de vainas y llenado del grano. Para mildiu y moho gris se usó una escala visual de 0 a 9, donde 0 = sin daño y 9 = 100% de área foliar dañada, y para roya se aplicó la escala 1 a 5 donde 1= sin daño y 5 = más de 50% de área foliar dañada. Las variables climatológicas fueron monitoreadas en una estación automatizada ubicada a 100 m del lote experimental. Para la identificación de las enfermedades foliares se tomaron muestras hojas y flores con síntomas y se enviaron al Laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental Bajío. Para la estimación del rendimiento de colectaron las plantas de dos metros de surco. Los resultados se analizaron con base en la Metodología para la Selección Masal Moderna según Carballo (1970) y citado por Padilla (1995). Se calculó la media de los testigos adyacentes, la media general y la media de los tratamientos entre los testigos. Se establecieron tres categorías, donde (a) son los superan la media de los testigos adyacentes, (b) los que superan la media

general y (c) ubican a aquellos tratamientos que superan la media de los tratamientos entre los testigos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones prevalecientes ciclo de cultivo fueron de alta humedad (76 a 79 %) y lluvias (26.3 mm) durante el periodo de floración a final del llenado de vainas. Además, el follaje y altura de planta permitieron el ataque de mildiu y moho gris. Las temperaturas al inicio de floración (42 dds) fluctuaron de 7.5 a 22.3 °C y de 10.1 a 26.3 durante el periodo de amarre de vainas (60 a 70 dds) lo cual coincide con lo reportado por Mahmood y Sinha, 1990; Singh *et al*., 1977; Rewal y Grewal, 1989). Durante la evaluación fue común mildiu (*Peronospora ciceris*), ocasionando lesiones en hojas inferiores y de la parte media de las plantas, con manchas amarillentas de forma irregular de aspecto húmedo y cubiertas por el envés por una vellosidad color obscuro (Fierro-Corrales et al., 2015).

En el Cuadro 1, muestra que mildiu fue la primera enfermedad que apareció en niveles muy bajos al inicio de floración (61 dds). Sin embargo, en los genotipos susceptibles, la presencia de esta enfermedad de incrementó a partir del inicio de la formación de vainas (75 dds) donde los testigos Desierto y Jamu 96 mostraron mayor susceptibilidad con valores fluctuaron de 5 a 6, y una reacción similar se observó en Blanco Magdalena 92 y Desierto 98. Moho gris (Botrytis), apareció a los 75 dds afectando flores, vainas y brotes de crecimiento apical con abundante esporulación de color gris y como puede apreciarse en el Cuadro 1, las líneas Cuga 08 590 y Cuga 09 3096 mostraron susceptibilidad con daño en más del 50% del tejido. Las condiciones ambientales favorecieron el desarrollo de las alternaria a partir de los 75 dds y en un lapso de 15 días ocasionó daño foliar en los genotipos evaluados excepto ICC 8091, Hat Trick, San Antonio, Pénjamo y la variedad Sinalomex. La roya apareció a los 75 días solamente en Blanoro y Jamu, pero no hubo las condiciones para su desarrollo. Al observar la reacción conjunta a las enfermedades foliares estudiadas se encontró resistencia en ICC 8091, Hat Trick, San Antonio y Pénjamo de grano tipo Desi. Las nuevas variedades de grano tipo kabuli Combo 743 y Mazocahui tuvieron una reacción tolerancia.

Cuadro 1. Reacción a enfermedades foliares a los 61, 75 y 99 dds en 20 líneas y variedades de garbanzo en el Valle del Mayo, Sonora

No de parcela	Genotipo	Mildiu †			Moho gris†	Alternaria†		Roya††
		61d	75 d	99 d	75 d	75 d	99	75 d
T1	B.S 92	3	4	3	4	0	7	1
T2	BLANORO	0	3	4	4	0	7	1
T3	DESIERTO	0	5	2	4	0	9	1

T4	ICC 8091	0	1	0	1	0	0	1
T5	JAMU	0	2	3	3	0	3	3
8	FRONTIER	2	4	0	2	0	9	1
T1	B.S 92	0	2	2	2	0	7	1
T2	BLANORO	1	3	2	2	0	6	3
T3	DESIERTO	0	1	2	4	0	5	1
T4	ICC 8091	2	1	0	1	0	0	1
T5	JAMU 96	3	2	2	2	0	9	3
21	MISSION	1	3	0	3	0	0	1
27	WR - 315	0	1	0	4	0	6	1
T1	B.S 92	2	2	0	4	0	7	1
T2	BLANORO	1	1	0	2	0	6	1
T3	DESIERTO	1	4	0	4	0	9	1
T4	ICC - 8091	0	1	3	2	0	0	1
T5	JAMU 96	2	2	0	3	0	4	3
36	JUMBO 2010	0	2	0	3	0	3	1
43	SURUTATO 77	0	2	0	4	0	7	1
44	PROGRESO 95	0	1	0	1	0	5	1
T1	B.S 92	0	2	3	4	0	9	1
T2	BLANORO	0	2	3	2	0	9	1
T3	DESIERTO	3	4	3	4	0	7	1
T4	ICC - 8091	0	1	0	1	0	0	1
T5	JAMU 96	0	1	6	1	0	3	3
53	HAT - TRICK	4	1	3	1	0	0	1
55	SAN ANTONIO	0	1	2	1	0	0	1
56	PENJAMO	0	1	3	1	0	0	1
T1	B.S. 92	2	1	2	1	0	7	1
T2	BLANORO	3	1	2	1	0	7	1
T3	DESIERTO	2	4	2	3	0	9	1
T4	ICC 8091	0	1	0	1	0	0	1
T5	JAMU 96	3	1	2	1	0	5	3
70	CUGA 09 - 2004	1	1	3	1	0	5	1
71	CUGA 09 - 2067	2	2	2	2	0	4	1
72	CUGA 09 - 3125	0	1	3	4	0	4	1
73	CUGA 09- 3160	2	1	2	1	0	7	1
74	CUGA 09 - 3168	3	3	3	4	0	5	1
T1	B.S. 92	0	1	2	1	0	4	1
T2	BLANORO	1	1	2	1	0	5	1
T3	DESIERTO	2	3	2	3	0	9	1

T4	ICC 8091	0	1	0	1	0	0	1
T5	JAMU 96	3	2	3	1	0	6	1
81	CUGA 08 - 590	2	6	2	5	0	7	1
86	SINALOMEX	0	2	2	1	0	2	1
87	COMBO 743	2	1	2	2	0	3	1
88	MAZOCAHUI	4	2	2	2	0	3	1
90	CUGA 09 - 3096	0	3	3	5	0	9	1
96	JAMU 96	2	2	5	3	0	7	1

† Escala 0 a 9 donde 0 = sin daño y 9 =más de 90% de daño al follaje

†† Escala 1 a 5 donde 1 = sin daño y 5 =más de 90% de daño al follaje

En el análisis estadístico de los datos de rendimiento y el calibre (Cuadro 2) se observó que los genotipos más rendidores fueron Cuga 08 590, Frontier, Progreso 96, y San Antonio con 3.625, 3.625, 3.450 y 3.125 t ha^{-1}. Las variedades Pénjamo y Hat Trick de grano tipo desi con rendimientos de 2.825 y 2.7 t ha^{-1}, respectivamente fueron superiores al promedio del testigo más cercano ICC 8091 (2.198 t ha^{-1}). En calibre de grano destacaron las líneas Cuga 08 590 y Cuga 09 2004 con 45 y 46 grano/30g; mientras que el grano más chico lo produjo la variedad Pénjamo con 150 granos/30g. Es importante mencionar que la alta incidencia de mildiu, moho gris y alternaria desde los 75 dds en Desierto y Cuga 09 3086 redujeron notoriamente el rendimiento de grano, lo cual no ocurrió en la línea Cuga 08 590, lo cual es indicativo de su alto nivel de tolerancia a enfermedades del follaje (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 2. Rendimiento de grano (t ha^{-1}) y calibre (granos/30g) de 20 líneas y variedades de garbanzo tipo kabuli y desi bajo condiciones de alta presión por enfermedades foliares en el Valle del Mayo, Sonora.

				Promedios para separación de grupos			
No de parcela	Genotipo	Rendimiento	Calibre de origen	Rendimiento entre los testigos (1 a 5)	Rendimiento de tratamientos entre los testigos	Calibre entre los testigos	Calibre entre tratamientos
T1	B.S 92	3.313	46		2.713		
T2	BLANORO	2.475	53				
T3	DESIERTO	2.738	54				
T4	ICC 8091	1.763	84				
T5	JAMU	3.275	53				
8	FRONTIER	3.625 abc†	57 a	3.113	3.625	48	57
				2.782		53	
				2.382		54	

T1	B.S 92	2.913	49	2.138		88	
T2	BLANORO	3.088	53	3.100		53	
T3	DESIERTO	2.025	53				
T4	ICC 8091	2.513	92				
T5	JAMU 96	2.925	52				
		2.693	59.8				
21	MISSION	2.763	62 b	2.926	2.694	51	135
27	WR - 315	2.625	208 abc	2.969		53	
				2.019		53	
				2.626		93	
T1	B.S 92	2.938	54	2.988		56	
T2	BLANORO	2.850	53				
T3	DESIERTO	2.013	52				
T4	ICC - 8091	2.738	93				
T5	JAMU 96	3.050	60				
36	JUMBO 2010	2.500	51	2.851	2.579	53	63
43	SURUTATO 77	1.788	63	2.988		57	
44	PROGRESO 95	3.450 abc	75 abc	2.307		56	
				2.782		89	
				3.144		61	
T1	B.S 92	2.763	51				
T2	BLANORO	3.125	60				
T3	DESIERTO	2.600	60				
T4	ICC - 8091	2.825	85				
T5	JAMU 96	3.238	61				
53	HAT - TRICK	2.700 abc	122	2.838	2.883	52	131
55	SAN ANTONIO	3.125 abc	121	2.919		58	
56	PENJAMO	2.825 abc	150 abc	2.198		58	
				2.963		91	
T1	B.S. 92	2.913	52				
T2	BLANORO	2.713	56				
T3	DESIERTO	1.975	55				
T4	ICC 8091	3.100	96				
T5	JAMU 96	3.050	55				
	CUGA 09 -						
70	2004	3.037 bc	46	2.844	3.260	53	49.8
	CUGA 09 -						
71	2067	3.338 bc	50 c	2.563		57	
	CUGA 09 -						
72	3125	3.410 bc	55 bc	2.669		57	
73	CUGA 09- 3160	3.463 bc	48	3.175		94	

74	CUGA 09 - 3168	3.050 c	50 c	3.507		53	
T1	B.S. 92	2.775	53				
T2	BLANORO	2.413	57				
T3	DESIERTO	3.363	58				
T4	ICC 8091	3.250	92				
T5	JAMU 96	3.963	50				
81	CUGA 08 - 590	3.625 abc	45		3.260		57
86	SINALOMEX	2.625	55				
87	COMBO 743	3.125 bc	47				
88	MAZOCAHUI	2.825	58 bc				
90	CUGA 09 - 3096	2.888	47				
96	JAMU 96	2.838	53				

a) Superan la media de los testigos adyacentes, (b) Superan la media general y (c) superan la media de los tratamientos entre los testigos. Media de rendimiento= 2.984; media calibre kabuli=55; media calibre desi= 115

CONCLUSIONES

Al observar la reacción conjunta a las enfermedades foliares estudiadas se encontró resistencia en ICC 8091, Hat Trick, San Antonio y Pénjamo de grano tipo Desi. Las nuevas variedades de grano tipo kabuli Combo 743 y Mazocahui tuvieron una reacción tolerancia. Los genotipos más rendidores fueron Cuga 08 590, Frontier, Progreso 96, y San Antonio con 3.625, 3.625, 3.450 y 3.125 t ha^{-1}. Pese a la alta incidencia de enfermedades en Cuga 08 590, mostró un alto rendimiento y calidad de grano, lo cual es indicativo de su grado de tolerancia.

REFERENCIAS

Armenta, C. I. y Armenta, C. C. M. 2004. Guía para el manejo fitosanitario del cultivo de garbanzo en el Sur de Sonora. Folleto para productores núm. 20. CEMAY-INIFAP. 36 p.

Carrillo-Fasio, J. A., Allende-Molar, R., y García-Estrada, R. 2012. Métodos preventivos para el control de la rabia y mildiu del garbanzo. Memoria VIII Jornada del cultivo del garbanzo. Fundación Produce Sinaloa. Culiacán, Sinaloa, México. Pág. 43-49.

Fierro-Corrales, D., Apodaca-Sánchez, M. A., Quintero-Benítez, J. A., Leyva-Mir, S. G., Flores-Sánchez, J. L., & Tovar-Pedraza, J. M. 2015. Morphological characterization and histopathology of Peronospora ciceris in chickpea (Cicer arietinum L.) leaves and seeds. Revista Chapingo Serie Horticultura, 21(1):81-92.

Mahmood M., Sinha B.K. 1990. Gray mold disease of Bengal gram in Bihar. Final Technical Bulletin. Tirhut College of Agriculture, Dholi, Bihar, India. pp. 35.

Padilla V., I. 1995. Vivero de adaptación de 143 líneas de frijol pinto y claro en San Ignacio Cohuirimpo, Sonora. Martínez C. J. L., (Compilador). Avances de Investigación CIANO No 31. CIRNO-INIFAP- Campo Experimental Valle del Yaqui. Pág. 66.

Ramírez, A. J. A., Padilla, V. I., y Castillo T. N. 2012. Control químico de enfermedades foliares del garbanzo en el sur de Sonora. Memoria Día del Agricultor. Publicación especial Nº 19, CENEB-INIFAP. pág. 37-38.

Rewal, N., Grewal, J.S. 1989. Effect of temperature, light and relative humidity on conidial germination of three strains of Botrytis cinerea infecting chickpea. Indian Phytopathology 42, 79–83.

Salinas-Pérez, R., Cortez-Moncada, E., y Macías-Cervantes, J. 2008. Guía para producir garbanzo en el Norte de Sinaloa. Folleto técnico no. 29. CEVAF-INIFAP. 44 p.

Singh, G., Baljinder Kumar, B., and Sharma, Y. R. 1977. Botrytis gray mold of chickpea in Punjab, India. Proc. 3rd Working Group Meeting To Discuss Collaborative Research on Botrytis Gray Mold. M.P. Haware, J.M. Nene, and G.L.L. Gowda, Eds. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India.

HANS F2019: NUEVA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO PARA ÁREAS DE RIEGO EN MÉXICO

HANS F2019: NEW BREAD WHEAT VARIETY FOR IRRIGATED AREAS IN MEXICO

Díaz-Ceniceros, Huizar Leonardo[1]; Villaseñor-Mir Héctor, Eduardo[2]; Huerta-Espino, Julio[2]; Hortelano-Santa-Rosa, René[2] y Martínez-Cruz, Eliel[2].

[1]Campo Experimental Norman E. Borlaug, Centro de Investigación Regional del Noroeste, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km 12 Norman E. Borlaug, Apdo. postal 155. 85000, Cd. Obregón, Sonora. Tel. 01 (644) 4145 700.
[2]Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. CP. 56250.
diaz.huizar@inifap.gob.mx.

RESUMEN

La producción nacional de trigos harineros en México año con año se ve amenazada por la presencia de nuevas razas fisiológicas de roya de la hoja o roya amarilla, que constantemente vuelven susceptibles a las variedades recomendadas; además los productores demandan variedades más rendidoras y la industria requiere variedades con mejor calidad. A través de la generación de líneas experimentales por mejoramiento genético y su evaluación en ensayos nacionales, ha sido posible liberar nuevas variedades que han permitido el control genético de las royas e incrementar los rendimientos. Hans F2019 es una nueva variedad que supera el rendimiento de grano del grupo de variedades comerciales susceptibles a royas, es resistente a la diversidad de razas fisiológicas de royas más comunes en el país y es de buena calidad industrial, por lo que esta nueva variedad, que INIFAP pone a disposición de los agricultores, se recomienda para siembras bajo riego normal y riego limitado en las regiones productoras del noroeste, centro, noreste y El Bajío.

ABSTRACT

Every year new physiological races of leaf rust or yellow rust threaten the bread wheat production in Mexico, which constantly turn susceptible the recommended varieties; in addition, farmers demand higher grain yielding varieties and the industry requires with better quality. By generating experimental lines for genetic improvement and their evaluation in national trials, it has been possible to release new varieties that have allowed the genetic control of rusts and increase yields. Hans F2019 is a new variety that exceeds the average grain yield of the commercial varieties group that is susceptible to rusts. This new variety is resistant to different physiological races of rusts common in the country and it has good industrial quality. Hans F2019, available to farmers by INIFAP, is recommended for sowing

under normal irrigation and limited irrigation in the northwest, center, northeast and El Bajio regions.

INTRODUCCIÓN

En México, el trigo figura como uno de los cereales de mayor consumo, ya que representa alrededor del 21% del uso de granos básico, después del maíz, con un consumo *per cápita* de 52 kg por año. Los estados de Sonora, Guanajuato, Baja California Norte, Sinaloa y Michoacán, concentraron el 90 % de la superficie sembrada con trigo de riego en el 2018, destacando Sonora con el 49 % del área. La producción en el 2018 fue de 2.8 MT, con un rendimiento promedio de 6.1 t ha^{-1}. La región del noroeste produce aproximadamente el 70 % del volumen nacional y consumen tan sólo el 12 %; la principal zona consumidora de trigo en México es la región centro-sur que demanda casi el 60 % del total de la molienda nacional (SIAP, 2018). Las principales enfermedades del cultivo de trigo son la roya amarilla, causada por *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, y la roya de la hoja, causada por *P. triticina* E., patógenos que en las dos últimas décadas más daño han causado en el cultivo de trigo en México (Rodríguez *et al*., 2019), sobre todo porque evolucionan constantemente hacia nuevas razas más virulentas (Solís *et al*., 2016; William *et al.,* 2003). Con el mejoramiento genético se han desarrollaron variedades que conjuntan resistencia a royas, adaptabilidad y mayor productividad, estrategia que INIFAP y CIMMYT han desarrollado en las últimas décadas y ha permitido poner a disposición de los agricultores variedades que han mantenido el control genético de las royas e incrementar el rendimiento (Villaseñor, 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

La variedad de trigo panificable Hans F2019 es de hábito de primavera y la línea experimental fue obtenida por recombinación genética en el Programa de Mejoramiento Genético de Trigos harineros del CIMMYT, en donde se realizó una cruza simple entre los progenitores A por B, y su F_1 se recombinó con el progenitor C: **A)** WHEATEAR/KUK/3/C80.1/3*BATAVIA//2*WEBIL; **B)** VEERY//JUP/BLUEJAY/3/F3.71/TORIM/4/BAC/5/KAUZ/6/MILAN/KAUZ/7/SUPER.KAUZ/PARUS//PARUS; **C)** KACHU. Esa recombinación se registró con la siguiente genealogía:

WHEATEAR/KUK/3/C80.1/3*BATAVIA//2*WEBIL/8/VEERY//JUP/BLUEJAY/3/F3.71/TORIM/4/BAC/5/KAUZ/6/MILAN/KAUZ/7/SUPER.KAUZ/PARUS//PARUS/9/KACHU

La línea experimental generada se evaluó por el INIFAP durante cinco años en su Red Nacional de Ensayos de Rendimiento (Villaseñor, 20115); en ciclo O-I/2014-15 en el vivero denominado 4toVISTRI-Hari, y en los ciclos O-I2015-16, O-I/2016-17, O-I/2017-18 y O-I/2018-19 en los ensayos reconocidos como 13voENTRI-Hari, 14voENTRI-Hari, 15voENTRI-Hari y

16voENTRI-Hari, respectivamente. La evaluación se realizó en los estados de Guanajuato, Michoacán, Sinaloa, Sonora, Baja California, Coahuila y Tamaulipas bajo condiciones de riego normal (calendario de riego completo) y riego limitado (interrupción del último riego de auxilio para propiciar estrés hídrico durante llenado de grano), en 70 evaluaciones diferentes, y se comparó contra ocho variedades testigo de trigo panificable recomendadas para las diferentes regiones productoras de trigo en México; en esas evaluaciones se consideró dos grupos de variedades testigo; el primero formado por Tacupeto F2001, Kronstad F2004, Roelfs F2007, Onavas F2009 y Villa Juárez F2009, que ya no deben de sembrarse por su susceptibilidad a royas, y el segundo por Borlaug 100 F2014, Conatrigo F2015 y Bacorehuis F2015, que deben de recomendarse junto con Hans F2019, para formar mosaicos genéticos de variedades. También se evaluó por su reacción a roya amarilla y roya de la hoja bajo condiciones de temporal durante los ciclos P-V/2014 al P-V/2018, hasta en 12 localidades por ciclo, en los Valles Altos de México (Puebla, Tlaxcala y México) y en la región de la Mixteca Oaxaqueña.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se presenta la reacción roya de la hoja y roya amarilla en el follaje y en la espiga de la variedad Hans F2019 y las variedades testigo, en donde se observa que esta nueva variedad mostró ante las dos royas mayor resistencia que las ocho variedades testigo. En su evaluación en campo mostró incidencias a roya de la hoja de 0 a 15 % de infección con reacción de resistencia; a roya amarilla registró en el follaje incidencias de 0 a 10 % de infección con reacción de moderada resistencia y en la espiga incidencias de 0 a 5 % de infección. Para el caso de roya de la hoja, su reacción fue ante cinco razas identificadas, mientras que para roya amarilla su reacción fue ante nueve razas diferentes que incidieron, de tal manera que se asume que posee resistencia horizontal a los dos patógenos. En ese cuadro es evidente la susceptibilidad a royas de las variedades que conformaron el primer grupo, Tacupeto F2001, Kronstad F2004, Roelfs F2007, Onavas F2009 y Villa Juárez F2009, razón por la cual ya no es conveniente sembrarlas

Cuadro 1. Reacción a royas de Hans F2019 y variedades testigo evaluadas bajo condiciones de riego y temporal del 2014 al 2018.

Variedad	Roya Hoja	Roya Amarilla en hoja	Roya Amarilla en espiga (%)
Hans F2019	0 a 15R	0 a 10MR	0 a 5

Tacupeto F2001	20MR a 80S	30MS a 90S	20 a 70
Kronstad F2004	40MS a 80S	0 a 70MS	0 a 50
Roelfs F2007	10MR a 60MS	20ms a 60S	5 a 50
Onavas F2009	5R a 30MS	5R a 60S	5 a 40
Villa Juárez F2009	0 a 30MR	0 a 50MS	0 a 30
Borlaug 100 F2014	0 a 10MR	0 a 20MR	0 a 5
Bacorehuis F2015	0 a 10MR	0 a 20MR	0 a 5
Conatrigo F2015	0 a 15MR	0 a 15MR	0 a 10

R= resistente; MR= moderadamente resistente; MS= moderadamente susceptible; S = susceptible.

En el Cuadro 2, se presenta el rendimiento de grano promedio (Kg ha^{-1}) en general y bajo condiciones de riego normal y riego limitado de Hans F2019 y las variedades testigo, en donde se observa que, en promedio de las 70 evaluaciones, esta nueva variedad superó ampliamente al primer grupo de variedades de 11.7 % (Villa Juárez F2009) hasta 17.6 % (Tacupeto F2001), mientras que con el segundo grupo su ventaja fue cuando más del 4 %. La mayor productividad de Hans F2019 sobre el primer grupo de variedades se registró bajo condiciones de riego normal, en donde hay mayor incidencia de royas, mientras que su mayor ventaja sobre el segundo grupo de variedades fue bajo riego limitado. La liberación de Hans F2019 servirá para sustituir en parte al primer grupo de variedades, sobre todo por su susceptibilidad a royas (Cuadro 1), mientras que su siembra permitirá reforzar a las variedades Borlaug 100 F2014, Conatrigo F2015 y Bacorehuis F2015, sobre todo cuando las siembras sean bajo riego restringido.

Cuadro 2. Rendimiento de grano de Hans F2019 y variedades testigo evaluadas en 70 ensayos y variedades testigo, O-I/2014-15 a O-I/2018-19

variedades	Gral (70 ensayos)		RN (42 ensayos)		RL (28 ensayos)	
	Kg ha^{-1}	%/HNS	Kg ha^{-1}	%/HNS	kg/ga	%/HNS
Tacupeto F2001	4846	-17.6	4859	-19.3	4806	-15.0
Kronstad F2004	4920	-16.3	5071	-15.7	4653	-17.8
Roelfs F2007	5171	-12.1	5243	-12.9	5021	-11.2
Onavas F2009	4988	-15.2	5061	-15.9	4859	-14.1

Villa Juárez F2009	5194	-11.7	5198	-13.6	5155	-8.9
%/Testigos		**14.6**		**15.5**		**13.4**
Borlaug 100 F2014	5799	-1.4	6041	0.4	5398	-4.6
Bacorehuis F2015	5654	-3.9	5888	-2.2	5281	-6.7
Conatrigo F2015	5715	-2.8	5871	-2.4	5455	-3.6
Hans F2019	5881		6018		5658	
%/Testigos		**2.7**		**1.4**		**5.1**

Gral = rendimiento promedio; RN = Riego Normal; RL = Riego Limitado; %HNS = porcentaje con respecto Hans F2019.

La evaluación de la calidad industrial de la variedad Hans F2019 se realizó con muestras de grano de las evaluaciones de rendimiento realizadas del O-I/2015-16 al O-I/2018-19. En el Cuadro 3 se presentan sus resultados, que indican que la nueva variedad es de grano duro, por su valor promedio de dureza (DG) menor a 47%, semejante a la variedad testigo Kronstad F2004; en base a su grano de endospermo duro, la harina de Hans F2019 presentará en la molienda industrial porcentajes aceptables de almidón dañado lo cual favorecerá la absorción de agua que será importante para lograr migas de muy buena calidad panadera. Por otro lado, con base a la fuerza de la masa (W), Hans F2019 se clasificó como una variedad de gluten fuerte (W>300), mientras que por relación tenacidad-extensibilidad (PL = 1.0), la masa se clasificó dentro del grupo balanceado; con base en estas dos características alveográficas (W y PL), así como por su dureza de grano, Hans F2019 se clasificó como una variedad de grano de endospermo duro asociada a masa fuerte-balanceada. Dichas características se reflejaron en su buen volumen de pan (>800 ml), el cual es similar a las mejores variedades testigo con buena calidad panadera como Kronstad F2004, Conatrigo F2015 y Borlaug 100 F2014, a diferencia de la variedad Villa Juárez F2009, que presentó un PL de 1.4, que es característico de masas tenaces lo cual se reflejó en un volumen de pan bajo. La harina de Hans F2019 es adecuada para panificación mecanizada y como mejoradora de masas suaves y tenaces.

Cuadro 3. Características de calidad de Hans F2019 y variedades testigo bajo riego.

Variedades	DG	R	W	R	PL	R	VP	R
Hans F2019	40	44-36	337	363-302	1.0	1.4-0.5	848	890-800
Conatrigo F2015	46	52-40	381	514-278	1.0	1.6-0.5	847	920-755
Borlaug 100 F2014	46	48-44	334	445-263	1.0	1.6-0.5	840	890-800

Villa Juárez F2009	42	47-38	342	488-237	1.4	2.2-0.8	734	745-720
Roelfs F2007	45	46-43	364	467-247	1.2	1.9-0.5	787	800-770
Kronstad F2004	40	45-36	426	550-300	1.0	1.3-0.7	827	855-790

DG = dureza de grano (%); W = fuerza de la masa (10^{-4} J); PL = relación tenacidad/extensibilidad (0-7); VP = Volumen de pan (ml). R = rango.

CONCLUSIONES

La variedad Hans F2019 superó el rendimiento de grano a todos los testigos en magnitudes que fueron de 2.8 a 17.6 %; esa ventaja la expresó bajo riego normal y riego limitado. Presento mayores niveles de resistencia a roya amarilla y roya de la hoja, por lo que es una nueva opción de siembra para los productores de trigo del Noroeste, Norte, Noreste y El Bajío en fechas de siembras tempranas a tardías, sobre todo para sustituir a las variedades susceptibles a royas y para formar mosaicos genéticos de variedades junto con Borlaug 100 F2014, Conatrigo F2015 y Bacorehuis F2015.

REFERENCIAS

Rodríguez G. M. F., Huerta E. J., Rojas M. R. I., Singh R. P., Villaseñor M. H. E., Zavaleta M. E., Sandoval I. J. S., Crossa H. J. y Lan C. 2019. Herencia de la resistencia del trigo (*Triticum aestivum* L.) Huites F95 a roya amarilla causada por Puccinia striiformis f. sp. tritici W. 2019. Agrociencia 53: No.5 765-780.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Anuario estadístico de la producción agrícola 2018. URL: http://www.siap.gob.mx (consultado 20 de agosto de 2019).

Solís M. E., J. Huerta E., P. Pérez H., H. E. Villaseñor M., A. Ramírez R. y M. L. De la Cruz G. (2016) Alondra F2014, nueva variedad de trigo harinero para el Bajío, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 7:1225-1229, https://doi.org/10.29312/remexca.v7i5.248

Villaseñor M. H. E. 2015. Sistema de mejoramiento genético de trigo en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm 11 p. 2183-2189.

William, M., R. P. Singh, J. Huerta-Espino, S. Ortiz- Islas, D. Hoisington. 2003. Molecular marker mapping of leaf rust resistance gene Lr46 and its association with stripe rust resistance gene Yr29 in wheat. Phytopathology. 93:153-159.

INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO MICELIAL DE *Fusarium oxysporum* Schlecht MEDIANTE LA APLICACIÓN *in vitro* DE TIOFANATO METÍLICO

INHIBITION OF MYCELLIAL GROWTH OF *Fusarium oxysporum* Schlecht THROUGH THE in vitro APPLICATION OF METHYL THIOPHANATE

Ramírez-Valadez, María Gabriela [1*]; Acuña-Acuña, María de Jesús[2]; Martínez-Fernández, Maihualy[1]; Rodríguez-García José Leonardo[1]; Maltos-Buendía, Jorge[3].

[1]INIFAP Campo Experimental Valle del Guadiana Km 4.5 carretera Durango-El Mezquital, Dgo. Durango. [2]Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Hernríquez, Av. Tecnológico 2010, Tala Jalisco. [3]INIFAP Campo Experimental La Laguna, Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros, Coahuila.
ga_bi05@hotmail.com

RESUMEN

Se determinó la resistencia *in vitro* de aislamientos de *Fusarium oxysporum* provenientes de los municipios de Poanas y San Juan del Rio, al fungicida tiofanato metílico. Se evaluaron cuatro dosis del fungicida; una dosis mínima de 10 ppm, la mínima, media y máxima recomendada comercialmente; 800, 975 y 1,175 ppm respectivamente, las cuales se adicionaron por medio de la técnica del cultivo envenenado. La dosis que inhibió en menor cantidad el crecimiento de *F. Oxysporum* fue la dosis de 10 ppm, con menos del 10% en ambos municipios. En el aislamiento fúngico proveniente de Poanas, la dosis alta, media y baja del fungicida, se obtuvieron resultados muy similares en cuanto al porcentaje de inhibición siendo este menor al 90%. El *F. oxysporum* proveniente del municipio de San Juan del Río, mostró un comportamiento similar al aislado de Poanas, sin embargo, el fungicida presento mayor eficacia en el aislamiento de San Juan del Río al tener un porcentaje de inhibición superior al 94% en las dosis recomendadas.

ABSTRACT

The in vitro resistance of *Fusarium oxysporum* isolates from the municipalities of Poanas and San Juan del Rio to the methyl thiophanate fungicide was determined. Four doses of the fungicide were evaluated; a minimum dose of 10 ppm, the minimum, average and maximum recommended commercially; 800, 975 and 1,175 ppm respectively, which were added by means of the poisoned culture technique. The dose that inhibited the growth of F. Oxysporum to a lesser extent was the 10 ppm dose, with less than 10% in both municipalities. In fungal isolation from Poanas, the high, medium and low dose of the fungicide, very similar results were obtained in terms of the percentage of inhibition, this being less than 90%. The F. oxysporum from the municipality of San Juan del Río, showed a behavior similar to that of the

Poanas isolate, however, the fungicide presented greater efficacy in the isolation of San Juan del Río as it had a percentage of inhibition higher than 94% in the recommended doses.

INTRODUCCION

El cultivo de chile (*Capsicum annum* L.) pertenece a la familia solanácea, que es un grupo importante de hortalizas cultivadas en México y en casi todos los países del mundo. El chile es una hortaliza de gran importancia para México cultivándose en 149, 577 hectáreas con un valor de la producción de 32 mil millones de pesos en el año 2019 (SIAP, 2020). Entre las limitantes de la producción de chile en el estado de Durango se encuentra el hongo *Fusarium oxysporum* Schlecht, el cual está asociado a la enfermedad del marchitamiento del chile (Mushtaq y Hashmi, 1997). La marchitez por *Fusarium* es una enfermedad importante en este cultivo. Los primeros síntomas de la marchitez por *Fusarium* se presentan como una ligera clorosis intervenal en las hojas jóvenes, seguida de epitastia (hojas curvadas hacia abajo) de las hojas más viejas. En estado de plántulas, las plantas infectadas por *F. oxysporum* pueden marchitarse por completo y morir tan pronto como aparecen los primeros síntomas. En plantas adultas, la clorosis y la epinastia de las hojas frecuentemente son seguidas por el retraso en el crecimiento, amarillamiento de las hojas inferiores, formación de raíces adventicias, marchitamiento de hojas y brotes tiernos, defoliación, necrosis de las hojas y finalmente la muerte de toda la planta (Sahi y Khalid, 2007).

Las plantas sanas pueden ser infectadas por *F. oxysporum* si el suelo en el cual se desarrollaran está contaminado con el hongo. Las raíces pueden ser infectadas directamente en los puntos de crecimiento de estas, o a través de heridas, una vez dentro de la planta, el micelio crece a través de la corteza intracelular de la raíz.

El control de *Fusarium* se ha basado principalmente en el uso de herramientas tales como la resistencia, los tratamientos químicos al suelo y las aplicaciones de fungicidas, entre otras técnicas culturales físicas y biológicas. La generación de cultivares resistentes constituyó el avance más importante para el control de esta enfermedad. No obstante, existen razas del patógeno que pueden continuar enfermando a los cultivos (Gonzáles *et al*., 2012). Entre los grupos químicos eficaces para el control de Fusarium, se citan dentro de los fungicidas sistémicos a los bencimidazoles y los triazoles, y a los imidazoles, fenilpirroles, flalimidas y ditiocarbamatos dentro de los no sistémicos (Yossen y Conles, 2014).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar *in vitro* la eficacia del tiofanato metílico para el control de aislamientos locales en Poanas y San Juan del Rio de *Fusarium oxysporum*, agente causal de la marchitez del chile.

MATERIALES Y METODOS

Aislamiento. Se utilizaron aislamientos de *Fusarium oxysporum*, obtenidos de plantas de chile con síntomas de marchitez provenientes de las zonas productoras de Poanas y San Juan del Rio en el estado de Durango. Los hongos se aislaron a partir de trozos necrosados de tejidos internos de la corona y raíz de las plantas con síntomas visibles de marchitez. Se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2% por dos minutos, y se enjuagaron tres veces por un minuto con agua destilada estéril. Posteriormente los trozos se transfirieron a caja Petri con Papa Dextrosa Agar (PDA), y se incubaron a 25°C.

Fungicida. El fungicida evaluado fue Tiofanato metílico (Cercobin 70 PH), el cual es un fungicida sistémico perteneciente al grupo de los benzimidazoles, que inhiben la síntesis de beta-tubulina, la cual, es esencial para la formación de huso cromático en la división celular. Este fungicida pertenece al grupo 1, B1 en la clasificación del Comité de Acción contra Resistencia a Fungicidas (FRAC) por sus siglas en inglés. Las dosis utilizadas en el presente ensayo se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Dosis de Tiofanato metílico aplicadas a aislamientos de Fusarium

Ingrediente activo (i.a.)	Nombre químico	Nombre comercial	Dosis (ppm)			
			D1	D2	D3	D4
Tiofanato metílico	1,2 bis- (3 metoxicarbonil -2-tioureido) benceno	Cercobin 70	10	800	975	1,175

D1= Dosis mínima. D2= Dosis baja comercial recomendada, D3= Dosis media comercial recomendada, D4= Dosis alta comercial recomendada.

Aplicación del fungicida. Para evaluar la eficacia de control del fungicida sobre *F. Oxysporum* aislado de plantas de chile de los municipios de Poanas y Rodeo, se utilizó la técnica del envenenamiento del medio de cultivo. El cual, consiste en adicionar la solución del fungicida al medio de cultivo previamente estéril cuando el medio se encuentre a una temperatura inferior a los 40 °C, (esto para evitar la inactivación del ingrediente activo del fungicida) se mezclan hasta homogeneizar y finalmente se vierte en cajas Petri para su posterior uso.

Siembra. La siembra se llevó a cabo por el método de bloques de agar el cual consiste en colocar en el centro de las cajas Petri que contienen el medio de cultivo envenenado con el fungicida, un disco de PDA de 5 mm de diámetro con micelio del hongo (proveniente de Poanas y San Juan del Río) previamente incubado por 7 días de tal forma que el crecimiento micelial quedó en contacto con el medio de cultivo envenenado con el fungicida a las diferentes dosis. Las cajas Petri se mantuvieron a temperatura de 24 +/- 2°C. El testigo se inoculo sobre medio de cultivo sin solución fungicida.

Variables a evaluar

Crecimiento. Se evaluó el crecimiento micelial del hongo, tomando mediciones del diámetro radial (milimetros), a las 24, 48, 144 y 168 horas a partir de la introducción del disco con micelio al medio de cultivo envenenado.

Inhibición. La eficacia del fungicida en el control de *F. oxysporum*, se expresó como el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (PICM). Para esto se empleó la fórmula de Pandey *et al*. (1982) que se muestra a continuación.

$$PICM = \frac{\mathrm{CMT} - \mathrm{CMI}}{\mathrm{CMT}} * 100$$

Donde:

PICM: Porcentaje de Inhibición del crecimiento micelial.

CMT: Crecimiento micelial del testigo.

CMI: Crecimiento micelial influenciado por el fungicida.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los tratamientos con mayor crecimiento desde las primeras 24 horas fueron los testigos de los dos municipios manteniendo este comportamiento hasta el final de la evaluación.

Cuadro 2. Crecimiento micelial de Fusarium (mm) aislados de Poanas y San Juan del Río, a diferentes horas en medio de cultivo envenenado con Tiofanato metílico en distintas dosis.

Dosis	24 h		48 h		144 h		168 h	
	Poanas	SJR	Poanas	SJR	Poanas	SJR	Poanas	SJR

DA	0.11	0.08	2.08	0.56	8.25	1.64	9.33	1.83
DM	1.11	1.11	3.19	2.08	9.22	3.61	9.87	3.86
DB	1.31	1.53	3.08	2.08	8.72	3.62	10.11	3.92
10 ppm	4.66	5.00	15.00	15.39	51.97	61.78	66.62	68.81
Testigo	6.50	6.75	15.17	16.33	64.25	60.08	71.97	71.00

DA= dosis alta, DM= dosis media, DB= dosis baja.

De manera general, en las primeras 24 horas el comportamiento en el crecimiento micelial fue similar en los aislamientos de ambas procedencias, teniendo el mayor crecimiento en la dosis de 10 ppm en el hongo proveniente de San Juan del Río. A las 48, 144 y 168 horas se presentó crecimiento ligeramente mayor en el hongo aislado del municipio de Poanas en las dosis alta, media y baja, no así en la dosis de 10 ppm, en el cual el mayor crecimiento se obtuvo en el aislamiento proveniente del municipio de San Juan del Río (Cuadro 2).

La dosis que inhibió en menor cantidad el crecimiento de *F. Oxysporum* fue la dosis de 10 ppm, con menos del 10% en ambos municipios. En el aislamiento fúngico proveniente de Poanas, la dosis alta, media y baja del fungicida, se obtuvieron resultados muy similares en cuanto al porcentaje de inhibición siendo este menor al 90%. El *F. oxysporum* proveniente del municipio de San Juan del Río, mostró un comportamiento similar al aislado de Poanas, sin embargo, el fungicida presento mayor eficacia en el aislamiento de San Juan del Río al tener un porcentaje de inhibición superior al 94% en las dosis recomendadas.

Cuadro 3. Porcentaje de inhibición de cercobin, sobre *Fusarium* asilado de plantas de chile con síntomas de secadera en Poanas y San Juan del Rio en Durango.

	% de inhibición	
Dosis	Poanas	San Juan del Río
Alta	87.25	97.44
Media	86.03	94.51
Baja	85.74	94.66
10 ppm	7.27	3.46

CONCLUSIONES

Los aislamientos de *Fusarium* de Poanas y San Juan del Río, presentaron susceptibilidad al fungicida tiofanato metílico en las dosis recomendadas comercialmente, al presentar una inhibición superior al 85 % en ambos aislamientos, por lo que este fungicida se puede seguir utilizando para el control de *Fusarium* en el cultivo de chile en los municipios de Poanas y San Juan del Rio.

REFERENCIAS

Pandey, D.K., Tripatti N. N., Tripatti R. D., and Dixit S. N. 1982. Fungitoxic and phytotoxic propertis of essential oils of Hypitis suaveolens Z. PflKrankh. PFL. Schutz 94: 585-588.

González, I., Arias Y., Peteira B., 2012. Aspectos generales de la interaciión *Fusarium oxisporum* f. sp. lycopersici-tomate. Rev. Protección Veg. 27 (1): 1-7.

Shai I. Y., and Khalid A. N. 2007. *In vitro* control of *Fusarium oxysporum* causing wilt in *Capsicum annuum*. Mycopath 5 (2): 85-88.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Datos abiertos. Estadística de producción agrícola. Consultado el 03/08/2020 disponible en línea http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php

Mushtaq M. and Hashmi M. H. 1997. Fungi associated with wilt disease of *Capsicum* in Sindh, Pakistan. Pak. J. Bot., 29 (2): 217-22.

Yoseen V. E. y Conles M. Y. 2014. Eficacia de fungicidas *in vitro* para el control de *Fusarium oxysporum* y *F. proliferatum*, agentes causales del marchitamiento en el cultivo de orégano en la Argentina. Rev. Ind.y Agríc. De Tucumán 91 (1): 19-25.

FRECUENCIA DE AISLAMIENTO DE HONGOS ASOCIADOS A LA SECADERA DEL CHILE EN LA LAGUNA DE DURANGO

FREQUENCY OF ISOLATION OF FUNGI ASSOCIATED WITH THE WILTING IN THE CROP CHILE PEPPER IN THE LAGUNA OF DURANGO

Ramírez-Valadez, María Gabriela [1*]; Santana-Espinoza, Saúl[1]; Martínez-Fernández Maihualy[1]; García-Rodríguez, José Leonardo[1]; Maltos-Buendía, Jorge[2].

[1]INIFAP Campo Experimental Valle del Guadiana Km 4.5 carretera Durango-El Mezquital, Dgo. Durango. [2]INIFAP Campo Experimental La Laguna, Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros, Coahuila.

***e-mail: ga_bi05@hotmail.com**

RESUMEN

Se colectaron muestras de plantas de chile con síntomas de secadera en 19 localidades de nueve municipios pertenecientes a la región de La Laguna de Durango, las cuales se procesaron en el Laboratorio de Usos Múltiples del INIFAP en Durango, trozos de corona y raíz de las plantas se colocaron en medio de cultivo PDA, en el cual se purificaron y se identificaron morfológicamente. Se identificaron tres géneros asociadas a la raíz y corona de plantas con síntomas de secadera; *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*. El género con mayor frecuencia de aislamiento fue Fusarium, el cual se encontró en 18 de las 19 localidades muestreadas, seguido de *Rhizoctonia* y el de menor aislamiento fue *Pythium*, presente solo en 10 de las 19 localidades.

ABSTRACT

Samples of chile plants with drying symptoms were collected in 19 localities of nine municipalities belonging to the region of La Laguna de Durango, which were processed in the INIFAP Multiple Use Laboratory in Durango, pieces of crown and root of the plants were placed in PDA culture medium, in which they were purified and morphologically identified. Three genera associated with the root and crown of plants with drying symptoms were identified; Fusarium, Rhizoctonia and Pythium. The genus with the highest frequency of isolation was Fusarium, which was found in 18 of the 19 sampled localities, followed by Rhizoctonia and the one with the lowest isolation was Pythium, present only in 10 of the 19 localities.

INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum annum* L.) es una de las hortalizas con mayor tradición en la dieta de los mexicanos, cultivándose comercialmente en más de la mitad de los estados del país. La región norte centro del país ocupa el primer lugar en superficie cultivada de este cultivo (Velásquez-Valle *et al*., 2003). El estado de Durango ocupa el cuarto lugar a nivel nacional en superficie

sembrada de chile para secado, la producción de los tipos Ancho, Mirasol y Pasilla, es la más importante, aunque la producción de chile para consumo fresco, del tipo Jalapeño, también es relevante (Zegbe *et al*., 2012)

Las plantas de chile en el Estado son infectadas en forma endémica por diversos patógenos que reducen la población de plantas y abaten el rendimiento y calidad del producto ya sea en verde o para secado. Entre las limitantes biológicas del cultivo de chile en el estado de Durango, se encuentran patógenos de origen viral o bacteriano presentes en las parcelas que causan daños de magnitud variable (Velásquez-Valle *et al*., 2003), sin embargo, sobresale la presencia de fitopatógenos que causan las pudriciones de la raíz (Velásquez-Valle *et al*., 2001).

El hongo *Phytopthora capsici* L. se ha señalado constantemente como el principal causante de la secadera del chile, el cual puede ocasionar pérdidas del 40 al 60% (Guillen-Cruz *et al*., 2006), causando lesiones color negro en tallos y en ocasiones también en raíces, conduciendo a la marchitez de la planta (Ristaino, 2003). Sin embargo, estudios previos llevados a cabo en el estado revelaron la presencia de un grupo de patógenos (*Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp. y *Verticillium* spp.) asociados a la raíz de plantas de chile que mostraban marchitez foliar (Pérdida de turgencia; cambio de color de verde oscuro a verde opaco), defoliación prematura y maduración irregular de frutos, entre otros (Velásquez-Valle *et al*., 2001). Por lo que el objetivo del presente estudio fue determinar e identificar los hongos asociados a las plantas de chile con síntomas de secadera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo. Se realizaron muestreos en los municipios de General Simón Bolivar, Lerdo, Mapimí, Nazas, Peñon Blanco, Rodeo, San Juan del Rio, San Pedro del Gallo y San Luis del Cordero, pertenecientes al estado de Durango. Se colectaron muestras de raíz y tallo de plantas de chile con síntomas de secadera, las muestras se procesaron en el Laboratorio de usos múltiples del Campo Experimental Valle del Guadiana.

De cada planta muestreada, se separó la parte de aérea y radical, de esta última, a la altura de la corona se tomó un segmento, así como de la raíz; a partir de ahí se procedió a realizar la técnica para aislamiento y purificación.

Aislamiento y purificación. Se desinfectarán con hipoclorito de sodio al 2% trozos de 1 cm^2 de tallo y 1 cm de raíz, se enjuagaron con agua destilada estéril y posteriormente se colocaron en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA). A partir de estos aislamientos se obtuvieron cultivos puros: para ello se indujo la esporulación de los aislados de *Pythium* spp. de acuerdo

al protocolo de Bosland y Lindsey (1991), para *Fusarium* spp. se usó el protocolo propuesto por Muñoz y Bailey (1998) y para *Rhizoctonia* spp. se realizó por el método de punta de hifa

Identificación morfológica. De los aislamientos se realizaron preparaciones tomando porciones de micelio y esporas, las cuales se tomaron de colonias de siete días de crecimiento en medio de cultivo PDA para su observación al microscopio, y fueron identificados a nivel de género con base en las claves de Barnett y Hunter (1998), Díaz-Celaya *et al*. (2011) y Sneh (1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se aislaron diferentes tipos de hongos dentro de los cuales se pudieron identificar morfológicamente tres géneros diferentes (Figura 1). Siendo el más abundante *Fusarium*, seguido por *Rhizoctonia* y en menor proporción el omiceto *Pythium*.

Figura 1. a) Macroconidios de *Fusarium* sp. (40X). b) Micelio de *Rhizoctonia* sp. (40X). c) hinchamientos intercalados y globosos en el micelio de *Pythium* sp. (40X).

Los resultados de frecuencia de aislamiento muestran que el hongo presente en todas las muestras de material vegetal enfermo sin importar el lugar de procedencia es *Fusarium*, a excepción de San Luis del Codero, y solo en dos de las tres parcelas muestreadas del municipio de Nazas el porcentaje de aislamiento de *Fusarium* fue inferior al 50%, en el resto de las parcelas el porcentaje de aislamiento fue superior.

Cuadro 1. Frecuencia de aislamiento de hongos asociados a la secadera del chile en diferentes municipios de Durango.

Localidad / Municipio	**Aislamiento (%)**		
	***Fusarium* sp.**	***Rhizoctonia* sp.**	***Pythium* sp.**

Simón Bolivar, Gral. Simón Bolívar	100	100	44.4
Ricardo Flores Magón, Gral. Simón Bolívar	100	100	44.5
El Refugio, Lerdo	100	0	0
21 de marzo, Lerdo	60	30	20
Perimex, Mapimi	60	40	60
Francisco Sarabia, Nazas	40	30	60
Agustin Melgar, Nazas	80	50	30
Lázaro Cárdenas, Nazas	40	70	50
J. Agustín Castro, Peñón Blanco	80	60	70
El Parían, Rodeo	62.5	37.5	37.5
Francisco Primo de Verdad, Rodeo	100	33.33	0
La Cuesta, Rodeo	75	58.33	0
El Crucero 1, San Juan del Rio	100	0	0
El Crucero 2, San Juan del Rio	100	18.18	0
Francisco de Ibarra, San Juan del Rio	100	0	0
Santa Rosalía, San Juan del Rio	70	60	0
José Ma. Patoni, San Juan del Rio	50	50	0
La Laborsita, San Pedro del Gallo	100	62.5	37.5
San Luis del Cordero, San Luis del Cordero	0	100	0

En el caso de *Rhizoctonia* solo en las localidades de El refugio, Lerdo, El Crucero 1 y Francisco de Ibarra del municipio de San Juan de Río, no se obtuvieron aislamiento de *Rhizoctonia*, mientras que en todas las muestras de los municipios de Gral. Simón Bolivar, Peñon Blanco, San Pedro de Gallo y San Luis del Cordero se aisló a *Rhizoctonia*.

El hongo con menor porcentaje de aislamiento fue *Pythium*, el cual no se encontró en ninguna localidad de los municipios de; San Juan del Río y San Luis del Codero, y se encontró por debajo del 50% de las muestras en los municipios de Gral. Simón Bolívar, Lerdo, Rodeo y San Pedro del Gallo, y solo en las localidades de Perimex, Francisco Sarabia, y J. Agustín Castro pertenecientes a los municipios de Mapimi, Nazas y Peñón Blanco respectivamente, se tuvieron porcentajes de aislamiento superiores al 50 de las muestras analizadas (Cuadro 1).

CONCLUSIONES

Se aislaron y se identificaron tres géneros de hongos (*Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*) asociados a la raíz y corona de plantas con síntomas de secadera en plantas de chile en los diferentes municipios muestreados. Sin embargo, se debe determinar la patogenicidad de estos. El hongo con mayor frecuencia de aislamiento fue *Fusarium*, seguido por *Rhizoctonia* y en menor proporción *Pythium*.

REFERENCIAS

Bosland, P. W. and Lindsey, D. L. 1991. A seedling screen for *Phytophthora* root rot of pepper (*Capsicum annuum*). Plant Dis. 75:1048-1050.

Díaz-Celaya, M., Rodríguez-Alvarado, G., Silva-Rojas, H. V., Pedraza-Santos, M. E., Salgado-Garciglia, R., Fernández-Pavía, S. P. 2011. Identificación de especies de *Pythium* aisladas de plantas ornamentales Rev. Mex. de Ciencias Agrícolas, núm. 3: 431-443.

Guillén-Cruz, R., Hernández-Castillo, F.D., Gallegos-Morales, G., Rodríguez-Herrera, R., Aguilar-González, C.N., Padrón-Corral, E. y Reyes-Valdés, M.H. 2006. *Bacillus* spp. como biocontrol en un suelo infestado con *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* Kühn y *Phytophthora capsici* Leonian y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.). Revista Mexicana de Fitopatología 24-105-114.

Muñoz, C. I. and Bailey, A. M. 1998. A cutinase-encoding gene from *Phytophthora capsici* isolated by differential display (DDRT-PCR). Curr. Genet. 33:225-230.

Ristaino, J.B., 2003. *Phytophthora* blight. In: Pernezny, K., P.D. Roberts, J.F. Murphy, N.P. Goldberg (eds.), Compendium of pepper diseases. The American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota. Pp. 17-19.

Sneh B., L. Burpee, and A. Ogoshi. 1991. Identification of *Rhizoctonia* Species. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. pp: 39-42.

Velásquez-Valle, R., Medina-Aguilar, M.M. y Luna-Ruiz, J. de J. 2001. Sintomatología y géneros de patógenos asociados con las pudriciones de la raíz del chile (*Capsicum annuum* L.) en el Norte-Centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología 19:175-181.

Velásquez-Valle, R., Medina-Aguilar, M.M., y Macías-Valdez, L.M. 2003. Reacción de líneas avanzadas de chile (*Capsicum annuum* L.) provenientes de Zacatecas a enfermedades comunes en Aguascalientes, México. Revista Mexicana de Fitopatología 21:71-74.

Zegbe, D.J.A., J. Mena C., R.D. Valdez C., M.D. Amador R., G. Esparza F., 2012. Importancia, diversidad genética y situación actual del cultivo del chile en México. In: Zegbe, J.A., D., R.D. Valdez C., A. Lara H. (eds.), Cultivo del chile en México. Proyecto Editorial UAZ, Zacatecas. Pp. 11-47.

ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO DE HIGUERILLA EN AGUASCALIENTES, MÉXICO

YIELD ESTIMATION OF CASTOR BEAN IN AGUASCALIENTES, MEXICO

Martínez-Reyes, Ernesto[1]; Arellano-Arciniega, Sergio[1]; Borja-Bravo, Mercedes[1]; Rosales-Serna, Rigoberto[2]; Rojas-Santillán, Carlos[1]

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP. Campo Experimental Pabellón. Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5, Pabellón de Arteaga Aguascalientes. C.P. 20660. martinez.ernesto@inifap.gob.mx
[2] INIFAP. Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5, Durango, Durango. C.P. 34170.

RESUMEN

De manera constante se están buscando cultivos alternativos que permitan adaptarse a las diferentes condiciones agroecológicas y además que sean rentables para los productores. Uno de éstos cultivos es la higuerilla (*Ricinus communis*), la cual está ampliamente distribuida y tienen múltiples usos. Existe evidencia de que su producción puede ser una alternativa económica para las zonas áridas y semiáridas de México. Por lo que se evaluó el rendimiento del primer racimo de dos variedades y un hibrido de higuerilla en Aguascalientes. Se establecieron parcelas de 15x10 m con tres repeticiones por variedad, la distribución de plantas fue a marco real con separación de 80 cm, una vez maduro el primer racimo se midió altura de planta, número de semillas por racimo, peso de 100 semillas, tamaño de la semilla y fuerza de ruptura de las semillas. De las variedades y el híbrido establecidos, la que mayor variación en alturas tuvo fue el híbrido K855, mientras que la más uniforme fue la variedad Guanajuatoil y el que mejor desempeño tuvo en cuanto a rendimiento estimado es el K855, seguido de la variedad Guanajuatoil y finalmente Ferrería.

ABSTRACT

Alternative crops that allow adaptation to different agroecological conditions and also that are profitable for producers are constantly being sought. One of these crops is castor bean (*Ricinus communis*), which is widely distributed and has multiple uses. There is evidence that its production can be an economic alternative for the arid and semi-arid zones of Mexico. Therefore, the yield of the first bunch of two varieties and a hybrid of castor bean in Aguascalientes was evaluated. Plots of 15x10 m were established with three repetitions per variety, the distribution of plants was a square with a separation of 80 cm, once the first bunch was mature, plant height, number of seeds per bunch, weight of 100 seeds, size of the seed and breaking force of the seeds was measure. The one with the greatest variation in heights

was the K855 hybrid, while the Guanajuatoil variety was the most uniform. The one with the best estimated yield was the K855, followed by the Guanajuatoil variety and finally Ferreria.

INTRODUCCION

De manera constante se están buscando cultivos alternativos que permitan adaptarse a las diferentes condiciones agroecológicas y además que sean rentables para los productores. Uno de éstos cultivos es la higuerilla (*Ricinus communis*), la cual es una oleaginosa de la familia de las Euphorbiaceas con alta capacidad de adaptación en climas tropicales, subtropicales e incluso en semiáridos. Este cultivo está ampliamente distribuido en el mundo debido a sus múltiples usos (Rico *et al.*, 2011). Entre esa diversidad de usos destacan, los medicinales, cosméticos, lubricantes, pinturas, y nylon (Nielsen, *et al.*, 2011). Así como en épocas más recientes la producción de biodiesel (Benavides *et al.*, 2007). López y Peña (2018) encontraron que la higuerilla podría ser una alternativa con viabilidad económica para las zonas áridas y semiáridas de México.

García *et al.,* (2019), evaluaron colectas de higuerilla de diversas localidades de San Luis Potosí, Jalisco, Zacatecas y Aguascalientes, sin embargo, tuvieron una alta variabilidad entre las colectas, por lo que se requiere tiempo para seleccionar fenotipos. No obstante, en el estado de Aguascalientes no se han evaluado variedades mejoradas de higuerilla para determinar su potencial en la región.

Por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento obtenido en el primer racimo de dos variedades comerciales de higuerilla y un híbrido (Ferrería, Guanajuatoil y K855), en el estado de Aguascalientes. Los resultados serán de utilidad para determinar el potencial de esta especie en la región.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se desarrolló en las instalaciones del campo experimental Pabellón de INIFAP en Aguascalientes, localizado a los 22°09'34" latitud norte y 102°17'39" longitud oeste, a 1912 msnmm, donde el suelo presenta una textura franco arenosa (Osuna, *et al.,* 2019).

La fecha de siembra fue el 13 de abril de 2020 y se establecieron parcelas de 15x10 m con tres repeticiones por variedad, la distribución de plantas fue a marco real con separación de 80 centímetros, el riego fue por goteo con cintilla y se realizó una fertilización a los 30 días después de la siembra con una dosis 60-00-00. El control de malezas se hizo de manera manual.

Las variables medidas fueron: altura de planta, número de semillas por racimo, peso de 100 semillas, tamaño de la semilla y fuerza de ruptura de las semillas. Se utilizó una regla de 3 m de altura, vernier digital con precisión de 0.01 mm, báscula digital con precisión de 1 g y un texturómetro Brookfield CT3-50K. Para la toma de estas variables se realizó un muestreo completamente al azar y fue a los 120 días después de la siembra.

Para medir la altura de la planta se utilizó una regla de 3 m de longitud, se colocó de manera vertical a un costado de la planta y se tomó la lectura en la hoja más alta. Para determinar el rendimiento se cosecharon seis racimos por variedad y se contó la cantidad de cápsulas que tenía cada panícula. Posteriormente se separaron las semillas de las cápsulas y se cuantificaron las semillas, se determinó el peso de 100 semillas y se midió su largo, ancho y alto del grano. Finalmente las semillas se trituraron con el textrurómetro, a una velocidad de desplazamiento de 0.5 $mm.s^{-1}$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de altura de la planta, así como sus valores extremos y medida de dispersión se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Altura de plantas

Variable	Guanajuatoil	K855	Ferrería
Altura promedio (cm)	159.7	116.7	163.7
Altura mínima (cm)	145.0	70.0	140.0
Altura máxima (cm)	170.0	160.0	190.0
Desviación estándar	8.3	26.3	14.2

Se observa que la altura máxima para la variedad Guanajuatoil es de 170 cm, la cual es inferior a lo reportado por Hernández y Montes (2018), que la describen con una altura de 180 a 235 cm, lo cual puede deberse a las condiciones agroclimáticas de la región, manejo agronómico o bien ellos describen la madurez fisiológica a los 140 días, mientras que en el presente experimento la madurez del primer racimo se tomó a los 120 días. En el caso del hibrido K 855, Jiménez y colaboradores (2014), reportan una altura de 154 cm, la cual es mayor que el promedio obtenido en el presente trabajo. Los reportes para la variedad Ferrería son solo para la mayor altura alcanzada a lo largo de todo el crecimiento, por lo que no es comparable a esta etapa de desarrollo. La que mayor variación en alturas tuvo fue el híbrido K855, mientras que la más uniforme fue la variedad Guanajuatoil.

En el Cuadro 2 se muestra los datos del número de semillas por racimo para cada una de las variedades y en el Cuadro 3 se muestran las dimensiones de las semillas, así como el peso de 100 semillas.

Cuadro 2. Cantidad de semillas en el primer racimo

Variable	Guanajuatoil	K855	Ferrería
Semillas promedio por racimo	91.5	208	238
Mínimo	75.0	105	141
Máximo	114.0	276	321
Desviación estándar	15.3	61.9	70.3

Cuadro 3. Tamaño, peso y volumen de las semillas

Variable	Guanajuatoil	K 855	Ferrería
Largo promedio (mm)	13.95	12.81	8.57
Ancho promedio (mm)	8.77	7.81	5.49
Alto promedio (mm)	7.54	6.00	4.19
Peso de 100 Semillas (g)	42	29	11

Con la información del Cuadro 2 y Cuadro 3, se puede estimar un rendimiento para el primer racimo de cada variedad, mediante la fórmula:

$$Rendimiento\ \left(\frac{kg}{ha}\right) = \frac{Sem_{PR}\ (adim) * Densidad_{\ P}\left(\frac{Plantas}{ha}\right) * Peso_{CS}\ (g)}{100000}$$

donde:

Sem_{PR}, es la cantidad de semillas por racimo

$Densidad_{P}$, es la densidad de plantas por hectárea

$Peso_{CS}$, es el peso de 100 semillas en gramos

Los resultados de rendimiento obtenidos de las variedades Guajuatoil, Ferrería e Híbrido K855 fue de 600.47 kg/ha, 409.06 kg/ha y de 942.5 kg/ha respectivamente. Por lo que aun cuando la cantidad de semillas de la variedad ferrería es mayor que las demás, su semilla es pequeña, lo que resulta en el rendimiento más bajo. Sin embargo, es importante analizar muestras con un mayor desarrollo del cultivo, ya que, al ser un cultivo de ciclo anual o bianual, se pueden realizar de dos a tres cortes por año según la variedad. Los rendimientos para los primeros cinco cortes varían desde los 2201 kg/ha hasta los 4905 kg/ha (Hernández y Montes, 2018),

por lo que, si en los siguientes cortes se obtiene un rendimiento similar, los resultados están dentro de este margen de rendimientos esperados.

Otro parámetro que puede proporcionar información sobre la cantidad de trabajo que se necesita para la extracción de aceite, es la fuerza que se requiere para triturar la semilla. Los datos obtenidos de este parámetro muestran que la variedad Guanajuatoil es la que más fuerza demanda, con 82.15 N, seguida del Hibrido K855, con 56.71 N, y finalmente Ferrería con 46.93 N. Mediante la relación de la fuerza con la distancia se obtiene el trabajo que se requiere para deformar la semilla al menos a 50% de su tamaño para la extracción de aceite, esto implica que se requiere un trabajo de 5.53 MJ, 4.43 MJ y 3.65 MJ, para K855, Guanajuatoil y Ferrería respectivamente. Lo cual indica que aun cuando la variedad Ferrería demanda un 34% menos de energía que el hibrido K855, esta no es compensada con un rendimiento 57% menor que el mismo hibrido.

CONCLUSIONES

De las variedades y el híbrido establecidos, el que mejor desempeño tuvo en cuanto a rendimiento estimado es el K855, seguido de la variedad Guanajuatoil y finalmente Ferrería. Sin embargo, es importante seguir tomando muestras a través del tiempo ya que, al ser un cultivo anual o bianual, permite varios cortes y puede variar el rendimiento en función del tiempo y frecuencia de maduración de racimos, lo cual indicara si este cultivo es viable para el estado de Aguascalientes, así como definir un paquete tecnológico acorde a las condiciones de la región.

REFERENCIAS

Benavides A., Benjumea P., y Pashova V. 2007. El biodiesel de aceite de higuerilla como combustible alternativo para motores diesel. Dyna, vol. 74, núm. 153.

García-Herrera, E.J.; Olivares-Ramírez, A.; Amante-Orozco, A.; Hernández-Ríos, I.; Rössel-Kipping, E.D.; Pimentel-López, J.; Delgadillo-Ruiz, O.; Gómez-González, A. 2019. Evaluación de colectas de higuerilla (Ricinus communis L.) del altiplano centro-norte de México. Agroproductividad: Vol. 12, Núm. 1.

Hernández-Martínez M. y Montes-Hernández, S. 2018. Guanajuatoil: Variedad de Higuerilla para extracción de aceite industrial para Guanajuato. Folleto técnico núm. 4. INIFAP-CIRC Campo Experimental Bajío.

Jiménez-Ocampo, R., Rosales-Serna, R., Jiménez-Regalado, R., Domínguez-Martínez, A., Breton-Vázquez, B. A., y Tinoco-Gurrola, H. M. 2014. Rendimiento de híbridos de higuerilla cultivados en Durango, México. Memoria de la XXVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED.

López-Santos Armando y Peña-Uribe Gabriel de Jesús. 2018. Índice de productividad y áreas potenciales para cultivar higuerilla en el norte de México. XIV Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas.

Nielsen F., Hill B., y Jongh J. 2011. Castor (*Ricinus communis*) Potential of castor for biofuel production. FACT Fondation. Project no: 146/WW/00.

Osuna-Ceja, E. S., Garibaldi-Márquez, F. y García-Hernández, R. V., 2019, Desempeño de un subsolador integral biomimético para laboreo sustentable de suelos agrícolas. Acta Universitaria, Vol. 29.

Rico P, H.R., Tapia V.L., Teniente O.R., González A.A., Hernández M.M., Solís B. J.L., y Zamarripa C.A., 2011, Guía para cultivar Higuerilla (*Ricinus communis* L.) en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 1. INIFAP-CIRPAC Campo Experimental Valle de Apatzingan.

FRECUENCIA DE AISLAMIENTO DE HONGOS PATÓGENOS ASOCIADOS A LA SECADERA DEL CHILE EN DURANGO

FREQUENCY OF ISOLATION OF PATHOGENIC FUNGI ASSOCIATED WITH THE CHILEAN DRYER IN DURANGO

Maihualy Martínez Fernández[1], María Gabriela Ramírez Valadez[1], José Leonardo García Rodríguez[1], Miguel Ángel Ramírez Fuentes[1]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Dir.: Carretera Durango – El Mezquital km. 4.5, C. P 3400, Durango, Dgo.,

martínez.maihualy@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se colectaron plantas de chile, con características asociadas a la secadera del chile en siete localidades distintas en los municipios de Nombre de Dios y Poanas, de las cuales se tomaron trozos de tallo a la altura de la corona, así como de raíz, que se colocaron en medio de cultivo PDA, en el cual se realizaron la pruebas de purificación e identificación morfológica. De dichas pruebas se obtuvieron aislamientos de Fusarium sp., y Rhizoctonia sp., patógenos presentes en el conjunto de hongos causantes de la comúnmente conocida “secadera del chile”, donde el patógeno con mayor frecuencia de aislamiento presente en todas las muestras, fue *Rhizoctonia* sp., aunque *Fusarium* sp., estuvo presente también, su porcentaje de aislamiento fue menor.

ABSTRACT

Chili plants were collected, with characteristics associated with the drying of the chili in seven different localities in the municipalities of Nombre de Dios and Poanas, from which pieces of stem were taken at the height of the crown, as well as the roots, which were placed in PDA culture medium, in which the purification and morphological identification tests were performed. From these tests, isolates of *Fusarium* sp. And *Rhizoctonia* sp. Were obtained, pathogens present in the group of fungi that cause the commonly known “secadera del chile”, where the pathogen with the highest isolation frequency present in all samples was *Rhizoctonia* sp., although *Fusarium* was also present, its isolation percentage was lower.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile ocupa el 6to. Lugar de producción en el estado de Durango (SIAP 2020). Este cultivo es muy susceptible a enfermedades que son causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos, cuyos organismos presentes en el suelo, son causantes de daños que pueden variar de acuerdo a la región en que se ubiquen.

En estudios estudiados recientemente, se menciona que los patógenos que más principalmente atacan al cultivo del chile en nuestro país, se encuentran *Phytophthora capsici*, *Xanthomonas campestris* pv. vesicatoria, *Alternaria solani*, *A. alternata*, *Oidiopsis taurica*, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii*, Virus Jaspeado del Tabaco, Virus del Mosaico del Pepino, Virus del Mosaico del Tabaco, Virus Huasteco del Chile, Virus del Chile Jalapeño y Virus Chino del Tomate (Velásquez 2001).

Entre las principales afecciones que atacan al cultivo, se encuentra la comúnmente conocida "secadera del chile", la cual se asocia con un grupo de patógenos entre los que se encuentran *Phytophthora capsici* Leo., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp. y *Verticillium* spp., (Velásquez 2013). estudios sobre la incidencia de esta enfermedad mencionan que esta a llevado a tener perdidas en el rendimiento totales o parciales, así como una alta disminución en la superficie que se siembra, así como el desplazamiento del establecimiento del cultivo, a nuevas áreas (Velásquez 2001).

El presente trabajo se evaluó el porcentaje de aislamiento de 30 aislamientos de hongos que se obtuvieron del muestreo de plantas de chile, con sintomatología característica de secadera del chile, en los municipios de Poanas y Nombre de Dios, en el estado de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos en los municipios de Poanas y Nombre de Dios, pertenecientes al estado de Durango. Se colectaron muestras de raíz y tallo de plantas de chile con síntomas de secadera, las muestras se procesaron en el Laboratorio de usos múltiples del Campo Experimental Valle del Guadiana.

De cada individuo muestreado, se separó la parte y radical, de esta última, se tomaron un segmento a la altura de la corona, así como de la raíz, a partir de ahí se procedió a realizar la técnica para aislamiento y purificación, para lo cual de ambas partes de las plantas (corona y raíz) se tomarón trozos de tallo de 1 cm^2 y y 1 cm de raíz, se desinfectarán con hipoclorito de

sodio al 2%, se enjuagaron con agua destilada estéril y posteriormente se colocaron en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA). A partir de estos aislamientos se obtuvieron cultivos puros: para ello se indujo la esporulación de los aislados de *Pythium* spp., de acuerdo al protocolo de Bosland y Lindsey (1991), para *Fusarium* spp., se usó el protocolo propuesto por Muñoz y Bailey (1998) y para *Rhizoctonia* spp., se realizó por el método de punta de hifa

A continuación se realizó la identificación morfológica, para lo cual, de los aislamientos se realizaron preparaciones tomando porciones de micelio y esporas de colonias de siete días de crecimiento en medio de cultivo PDA para su observación al microscopio, posteriormente fueron identificados a nivel de género con base en las claves de Barnett y Hunter (1998), Díaz-Celaya *et al*. (2011) y Sneh (1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el montaje del experimento, al analizar los resultados, para estos municipios (Nombre de Dios y Poanas), se pudieron identificar morfológicamente dos géneros diferentes, siendo Rhizoctonia sp., quien se aisló con mayor frecuencia (Figura 1).

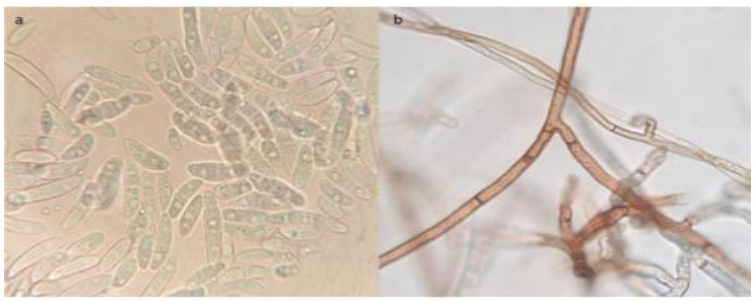


Figura 1. a) Macroconidios de *Fusarium* sp. (40X). b) Micelio de *Rhizoctonia* sp. (40X).

Ambos patógenos estuvieron presentes en las muestras evaluadas para los dos municipios.

En Poanas, el porcentaje de aislamiento (%) de *Fusarium* sp., fue menor al 50% en dos de las muestras estudiadas, mientras que para el resto, el % fue del 50 hasta el 88.8%.

Para el municipio de Nombre de Dios, el patógeno *Fusarium* sp., se presentó solamente en una de las parcelas muestreadas con un 40%.

En el caso de *Rhizoctonia* sp., en el municipio de Poanas, el patógeno se presentó en total de las muestras que se obtuvieron, siendo en dos parcelas donde el % fue menor al 50%;

mientras que en el resto, el porcentaje de aislamiento, oscilo entre el 67 y 100% de aislamientos, (Cuadro 1).

Cuadro 1. Frecuencia de aislamiento de hongos asociados a la secadera del chile en diferentes municipios de Durango.

Municipio	**Parcela**	**Aislamiento**	
		***Fusarium* sp.**	***Rhizoctonia* sp.**
Nombre de Dios	Fco. Murguía	40	100
Poanas	Dago 1	33	67
Poanas	Pozo 12	72.72	27.27
Poanas	UTP 1	50	70
Poanas	UTP 2	88.88	33.33
Poanas	UTP 3	62.5	87.5
Poanas	Pilares	18.18	100

CONCLUSIONES

Se aislaron e identificaron dos generos de hongos patógenos asociados a la secadera del chile en los municipios de Nombre de Dios y Poanas. Aunque en diferente frecuencia, ambos organismos estuvieron presentes en el total de las muestras analizadas, siendo Rhizoctonia sp., el que mayor frecuencia de aislamiento presentó. Sin embargo, se debe determinar la patogenicidad de los hongos.

REFERENCIAS

Bosland, P. W. and Lindsey, D. L. 1991. A seedlingscreenfor*Phytophthora*rootrot of pepper (*Capsicumannuum*). PlantDis. 75:1048-1050.

Díaz-Celaya, M., Rodríguez-Alvarado, G., Silva-Rojas, H. V., Pedraza-Santos, M. E., Salgado-Garciglia, R., Fernández-Pavía, S. P. 2011. Identificación de especies de *Pythium* aisladas de plantas ornamentales Rev. Mex. de Ciencias Agrícolas, núm. 3: 431-443.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2020. Avance de Siembras y Cosechas Resumen Nacional por estado. Ciudad de México. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do consultado el 5 de julio de 2020.

Sneh B., L. Burpee, and A. Ogoshi. 1991. Identification of *Rhizoctonia*Species. The American PhytopathologicalSociety. St. Paul, Minnesota, USA. pp: 39-42.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y RevelesHernández, M. 2013. Manejo de las principales enfermedades del chile para secado en el norte centro de México. Folleto Técnico. Núm 50. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 57 páginas.

Velásquez, V. R.; Medina, A. M. M.; Luna, Ruiz. J de J. 2001. Sintomatología de Patógenos Asociados con las Pudriciones de la Raíz del Chile. Revista Mexicana de Fitopatología. Vol. 19, Núm 12. Pp.175 – 181.

EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE INCORPORACIÓN DE FERTILIZANTES EN TRIGO EN SIEMBRA DIRECTA EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

EVALUATION OF METHODS OF INCORPORATION OF FERTILIZERS IN WHEAT IN DIRECT SOWING IN THE VALLEY OF YAQUI, SONORA

***Ortiz-Avalos Alma Angélica[1], Cortés-Jiménez Juan Manuel[1]**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

[1]Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. (0155) 38718700 Ext. 81224.

****Autor principal: ortiz.alma@inifap.gob.mx***

RESUMEN

En el presente trabajo, se estudió el efecto del método de incorporación de nitrógeno y fósforo, sobre el rendimiento de grano en un sistema de siembra directa en trigo. Los tratamientos evaluados fueron las fórmulas 150-78-0 y 0-78-0 de NPK para el caso de nitrógeno y las fórmulas 150-78-0 y 150-0-0 para el caso de fósforo en forma de urea y fosfato mono amónico respectivamente. El fertilizante se aplicó al voleo sobre la paja del cultivo anterior. En la mitad del ensayo, los fertilizantes se incorporaron con dos pasos de rastra y en el resto se dejaron sobre la paja y se incorporaron con el riego de germinación. Se concluyó que el método más eficiente para incorporar el nitrógeno y fósforo a un sistema de siembra directa es a través del riego de germinación.

ABSTRACT

In the present work, the effect of the nitrogen and phosphorus incorporation method was studied on grain yield in a direct sowing system in wheat. The treatments evaluated were the formulas 150-78-0 and 0-78-0 of NPK for the case of nitrogen and the formulas 150-78-0 and 150-0-0 for the case of phosphorus in the form of urea and mono phosphate ammonium respectively. The fertilizer was broadcast on the straw from the previous crop. In the middle of the trial, the fertilizers were incorporated with two steps of harrowing and in the rest they were left on the straw and incorporated with the germination irrigation. It was concluded that the most efficient method to incorporate nitrogen and phosphorus to a direct sowing system is through germination irrigation.

INTRODUCCIÓN

En el Valle del Yaqui, el uso intensivo de los suelos ha propiciado el deterioro progresivo de los mismos, en esta región existe una deficiencia generalizada de nitrógeno y fósforo que son elementos prioritarios en la fertilización de trigo. Actualmente los costos de fertilización representan de 20 a 30 por ciento de los costos de producción en trigo, lo cual depende de la dosis y la fuente que se utilice (Cortés *et al.,* 2011). Además de los costos de fertilización, en el Valle del Yaqui, Sonora la mayoría de los agricultores preparan el suelo con labranza primaria y/o secundaria a base de arado, cincel y rastra, muy pocos inician la validación de técnicas de labranza de conservación. La mínima labranza o labranza cero, son prácticas que se han propuesto con el objeto de disminuir los costos de la preparación, para conservar la humedad del perfil, y principalmente para prevenir la erosión hídrica y eólica del suelo (Uribe y Rouanet, 2002).

En esta región, se llevó a cabo un estudio en siembra directa de trigo por dos ciclos consecutivos 2015-2016 y 2016-2017 se obtuvieron rendimientos de 9.36 y 8.655 t ha^{-1} respectivamente, estos resultados estuvieron muy superiores a la media regional y mayores a cualquier otra opción tecnológica evaluada durante los dos años de estudio. La relación beneficio-costo, fue superior a la tecnología de producción que tradicionalmente se utiliza en el Valle del Yaqui (Cortés y Ortiz, 2017). Los altos rendimientos obtenidos y el ahorro en costos por preparación del terreno es lo que ha llevado a productores del Valle del Yaqui a adoptar esta tecnología. El sistema adoptado por el productor para la siembra en labranza de conservación, consiste en siembra a hileras a 17 cm que se realiza por medio de la sembradora SEMEATO®, se fertiliza al voleo al momento de la siembra y se aplica amoniaco en el primer y segundo riego de auxilio. La fertilización con urea al voleo y dejada sobre la superficie de la paja, implica pérdidas por volatilización, las cuales no han sido cuantificadas a la fecha. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la el método de incorporación más eficiente del fertilizante nitrogenado y fosforado en un sistema de siembra directa.

MATERIALES Y METODOS

En el Campo Experimental Norman E. Borlaug-CIRNO-INIFAP, en el Valle del Yaqui, Sonora, en el ciclo O-I 2019-2020, se estableció la variedad comercial de trigo BORLAUG 100 con 75 kg ha^{-1}. La siembra se realizó en seco el 15 de enero de 2020, en hileras separadas a 34 cm. Se utilizó una sembradora SEMEATO® de fabricación brasileña (Figura 1). Se estudió el efecto del método de incorporación de nitrógeno y fósforo, sobre el rendimiento de grano en un sistema de siembra directa en trigo. Los tratamientos evaluados fueron las fórmulas 150-78-0 y 0-78-0 de NPK para el caso de nitrógeno y las fórmulas 150-78-0 y 150-0-0 para el caso de

fósforo en forma de urea y fosfato mono amónico respectivamente. El fertilizante se aplicó al voleo sobre la paja del cultivo anterior. En la mitad del ensayo, los fertilizantes se incorporaron con dos pasos de rastra y en el resto se dejaron sobre la paja y se incorporaron con el riego de germinación. La disponibilidad de nitrógeno y fósforo en el estrato 0-30 cm en el sitio experimental, fue de 57 kg ha^{-1} y 13 ppm respectivamente.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones. La parcela mayor correspondió al método de incorporación y la menor a la aplicación de fósforo. La unidad experimental fue de seis surcos a 80 cm de separación y 25 metros de largo, y la parcela útil de una hilera de plantas de un metro de longitud.

Figura 1. Izquierda; sembradora SEMEATO® de fabricación brasileña. Derecha; urea aplicada al voleo sobre la paja. CENEB-INIFAP. Ciclo O-I 2019-2020.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En promedio, el tratamiento fertilizado con nitrógeno reportó el mayor rendimiento independientemente del método utilizado para incorporar los fertilizantes. La fórmula 150-78-0 superó en 797 kg ha^{-1} a la fórmula 0-78-0. La incorporación de los fertilizantes a través del riego de germinación superó en 1209 kg ha^{-1} a la incorporación con rastra. El mayor rendimiento se observó en la interacción 150-78-0*Riego de germinación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Aplicación de nitrógeno y su relación con el rendimiento de grano de trigo, en un sistema de siembra directa. CENEB-INIFAP. Ciclo 2019-2020.

Método de incorporación	Tratamientos		Media
	150-78-0	0-78-0	
	Rendimiento de grano t ha^{-1}		
Riego de germinación	6.264	4.838	5.551
Rastra	4.426	4.257	4.342
Media	5.345	4.548	

Respecto al fósforo, el mayor rendimiento se obtuvo en la interacción 150-78-0*Rastra, sin embargo el valor promedio reportó mayor eficiencia en el empleo de riego de germinación para la incorporación de los fertilizantes, ya que este método de incorporación superó en promedio con un 3.9% a la rastra. La fórmula 150-78-0 reportó 1574 kg ha^{-1} más que la fórmula 150-0-0 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Aplicación de fósforo y su relación con el rendimiento de grano de trigo, en un sistema de siembra directa. CENEB-INIFAP. Ciclo 2019-2020.

Método de incorporación	Tratamientos		Media
	150-78-0	150-0-0	
	Rendimiento de grano t ha^{-1}		
Riego de germinación	5.720	4.536	5.128
Rastra	5.919	3.956	4.937
Media	5.820	4.246	

En el período de 2008 a 2019, en la región sur de Sonora se reportó un rendimiento promedio de trigo de 6.28 t ha^{-1} (SIAP, 2020). Los resultados de esta evaluación se muestran por debajo de la media regional, esto se atribuye por una parte a la fecha tardía en que se estableció el experimento y a la baja disponibilidad de nitrógeno y fósforo presentes en el suelo antes del

establecimiento del cultivo 57 kg ha^{-1} y 13 ppm respectivamente son considerados bajo según la NOM-021-RECNAT-2000 (DOF, 20029. Se recomienda duplicar la dosis de fertilización, ya que se observó respuesta a nitrógeno y más a fósforo, ya que la diferencia entre el tratamiento aplicado con fósforo fue de 1574 kg ha^{-1} respecto al tratamiento sin aplicación de este elemento. Cortés *et al.* (2017) al evaluar dosis y fuentes de fósforo, reportó que la dosis de fósforo fue el factor más significativo ya que se observó respuesta en una dosis de 400 kg ha^{-1}.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados reportados en esta evaluación, se observó que el método más eficiente para incorporar el nitrógeno y fósforo a un sistema de siembra directa es a través del riego de germinación.

REFERENCIAS

Cortés, J.J.M. y Ortiz, A.A.A. 2017. Siembra directa de trigo: una estrategia de adaptación al cambio climático en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XX Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Octubre 26 y 27, 2017. Mexicali, Baja California. p 259-264.

Cortés, J.J.M., Ortiz, A.A.A. y Zazueta, E.G. 2017. Respuesta del trigo a fuentes y dosis de fósforo en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XX Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Octubre 26 y 27, 2017. Mexicali, Baja California. p 252-258.

Cortés, J.J.M. Fuentes, D.G., Ortiz, E.J.E., Tamayo, E.L.M., Cortes, M.E., Ortiz, A.A.A., Félix, V.P., y Armenta, C.I. 2011. Agronomía del trigo en el sur de Sonora. Libro Técnico No. 6. Centro de Investigación Regional del Noroeste-CENEB-INIFAP. Noviembre de 2011. Cd. Obregón, Sonora. 238 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2002. Norma Oficial Mexicana, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. NOM-021-RECNAT-2000. 67 p.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2020. Avance de siembras y cosechas. Resumen nacional por estado. Trigo grano. Ciclo otoño-invierno. Riego + temporal. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/ Consultado abril 10, 2020.

Uribe, CH. y Rouanet, MJL. 2002. efecto de tres sistemas de labranza sobre el nivel de humedad en el perfil del suelo. Agric. Téc., Chillán, v. 62, n. 4, oct.

ENRAIZADO DE ESTACAS LEÑOSAS DE *Salix babylonica* L. UTILIZANDO DOS PRODUCTOS ENRAIZANTES COMERCIALES

ROOTED WOODY CUTTINGS OF *Salix babylonica* L. WIHT TWO COMMERCIAL ROOTING PRODUCTS

García-Rodríguez, José Leonardo[1*]; Cepeda Rodríguez, Idaly[2]; Ramírez-Valadez, María Gabriela[1]; Martínez Fernández, Maihualy[1] y Rosales Mata, Sergio[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle del Guadiana (CEVAG), Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Durango. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5, Durango, Dgo., México. C. P. 34170, [2] Facultad de Ciencias Forestales, UJED, Río Papaloapan, Valle del Sur, C.P. 34120, Durango, Dgo. *Autor principal: garcia.leonardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El tamaño diminuto de las semillas de los sauces, especies del género Salix spp., hace impráctica su reproducción sexual, por lo que es más apropiado reproducirlas de forma asexual, a partir de partes vegetativas como yemas, estacas o esquejes. El objetivo del presente trabajo fue probar el efecto de dos enraizadores comerciales sobre la formación de raíces en estacas leñosas de *Salix babylonica* L. de tres tamaños. Se utilizaron dos enraizadores de dos productos comerciales Rootex® y Raizal 400®, y un tratamiento testigo sin enraizador. Los productos enraizantes se aplicaron por contacto a la base de las estacas. No existió un comportamiento diferencial en el enraizado de estacas entre los tratamientos probados. Esto indica que estacas leñosas de *S. babylonica* pueden enraizar adecuadamente sin el uso de enraizadores. Las estacas chicas (8.64±1.0 mm de diámetro) son las que menos enraizaron, sugiriendo que el tamaño de la estaca influye en el enraizado de las mismas.

ABSTRACT

The tiny size of the seeds of the willows, species of the genus Salix spp., Makes their sexual reproduction impractical, so it is more appropriate to reproduce them asexually, from vegetative parts such as buds and cuttings. The objective of the present work was to test the effect of two commercial rooters on the formation of roots in woody

cuttings of *Salix babylonica* L. of three sizes. Two rooters of two commercial products Rootex® and Raizal 400® were used, and a control treatment without a rooter. The rooting products were applied by contact to the base of the cuttings. There was no differential behavior in the rooting of cuttings between the treatments tested. This indicates that woody cuttings of S. babylonica can root adequately without the use of rooters. Small cuttings (8.64 ± 1.0 mm in diameter) are the ones that rooted the least, suggesting that the size of the cuttings influences their rooting.

INTRODUCCIÓN

Uno de los materiales para la reproducción vegetal más utilizado son las estacas, y actualmente existen diversos productos comerciales para la promover la formación de raíces en los diferentes materiales vegetales de reproducción (Hartmann y Kester,1998). Sin embargo, para diversos de estos productos, de origen sintético., no son claros las formas y dosis de aplicación, por lo que dentro de conocimiento ya generado para la reproducción a partir de partes vegetativas existen vacíos de cómo utilizar estos productos de forma más efectiva (Osuna *et al*., 2016). El uso de productos enraizantes en especies vegetales que ya por sí mismas son capaces de formar raíces a partir de partes vegetales sin la aplicación de enraizadores, como las salicáceas, contribuirá significativamente a reducir los tiempos para la formación de nuevas raíces, mayor porcentaje de enraizamiento de estacas, se promoverá la formación de sistemas de raíces fibrosos y abundantes en las estacas, y esto a su vez puede garantizar un mejor crecimiento y calidad de la planta producida en vivero (Giraldo *et al*., 2009; Otahola y Vidal, 2010). Las salicáceas se distribuyen naturalmente en climas templados y subtropicales de todos los continenles, excepto en Oceania. Son árboles y arbustos de rápido crecimiento y fácil propagación, su plasticidad les permite prosperar en gran variedad de condiciones de clima y suelo. Las plantaciones forestales del género *Salix* spp. se extienden por todo el mundo con fines como protección, recuperación de suelos hasta producción de celulosa y madera (Barros-Asenjo, 2009). Aunque la reproducción vegetativa de las especies del género *Salix* sp. se realiza en numerosos viveros de todo el país, en general se hace de forma empírica, sin conocimientos de los promotores del crecimiento radical y de la fisiología de dichas especies. Por tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo probar el efecto

de dos enraizadores comerciales sobre la formación de raíces en estacas leñosas de *Salix babylonica* L. de tres diferentes diámetros (tamaños).

MATERIALES Y MÉTODOS

De árboles de *Salix babylonica* L., en fase de reposo, existentes en el Campo Experimental Valle del Guadiana, del INIFAP-Durango, se recolectaron estacas leñosas de tres tamaños chicas (8.64±1.0 mm), medianas (13.50±1.0 mm) y grandes (26.30±1.0 mm) de diámetro. Las estacas recolectadas se guardaron en bolsas plásticas a ± 5°C hasta su utilización al día siguiente. La longitud de las estacas se homogeneizó a ± 20 cm y en el corte de la base se aplicó el producto enraizador de acuerdo con los tratamientos propuestos. Se eliminaron las ramillas de las estacas procurando no dañar las yemas vegetativas. Los enraizadores provinieron de dos productos comerciales Rootex® y Raizal 400®, y un tratamiento testigo, sin enraizador. Cada tratamiento constó de 12 estacas y por tamaño de estaca (chica, mediana y grande) con tres repeticiones. Resultaron así un total de 108 estacas en tres bloques con tres tratamientos. Los productos enraizadores se aplicaron por contacto a la base de las estacas, la base se sumergió en el recipiente con agua (inmersión rápida), tras eliminar el exceso de agua, las estacas se impregnaron con el producto enraizador correspondiente. Tras eliminar el exceso de producto (por golpeteo) (Badilla y Murillo, 2005) se procedió a su plantado en rejas tomateras llenas con mezcla base (50% peat moss, 40% corteza de pino compostada, 10% de agrolita) como sustrato de enraizamiento.

Se utilizaron tres rejas tomateras divididas para contener los nueve tratamientos (Rootex®, Raizal 400® y Testigo) y tres tamaños de estaca (chica, mediana y grande). Así el diseño experimental fue en bloques completos al azar, resultando así un diseño en bloques completos al azar, con nueve tratamientos y tres bloques (repeticiones) para un total de 27 unidades experimentales, cada una con cuatro estacas. Se aplicó un riego inicial, los riegos posteriores se aplicaron de acuerdo con las necesidades. A los tres meses y medio de la aplicación de los tratamientos, las variables evaluadas en las estacas fueron: el número promedio de estacas enraizadas, la longitud promedio de raíces (cm) y el promedio de brotes o ramillas de las estacas enraizadas.

El análisis estadístico de los datos consistió en un ANOVA posteriormente el test DMS de Fisher con alfa=0.05 realizado en Infostat® (versión 20161).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los tres meses y medio de aplicados los tratamientos no existieron diferencias significativas ($p<0.05$) entre los tratamientos probados en ninguna de las tres variables evaluadas en el presente ensayo que fueron: el número de estacas enraizadas, longitud de la raíz y número de brotes (Figura 1a, b y c). Sin embargo, las estacas de tamaño medio (13.50±1.0mm) de *Salix babylonica* del tratamiento testigo, sin aplicación de enraizador, fueron las que presentaron los mayores valores promedio de las variables número estacas enraizadas, longitud de raíz y número de brotes por estaca. En general, a este tratamiento le siguieron las estacas enraizadas con el producto Raízal® de tamaño medio y grande para la longitud de la raíz y número de brotes, con excepción del tratamiento del producto Rootex® para la variable número de estacas enraizadas en el tamaño medio de estaca. La tendencia para *S. babylonica* es que las estacas con menor respuesta al enraizado, independientemente del tratamiento con y sin enraizador, son las estacas chicas (8.64±1.0 mm de diámetro) y grandes (26.30±1.0 mm de diámetro).

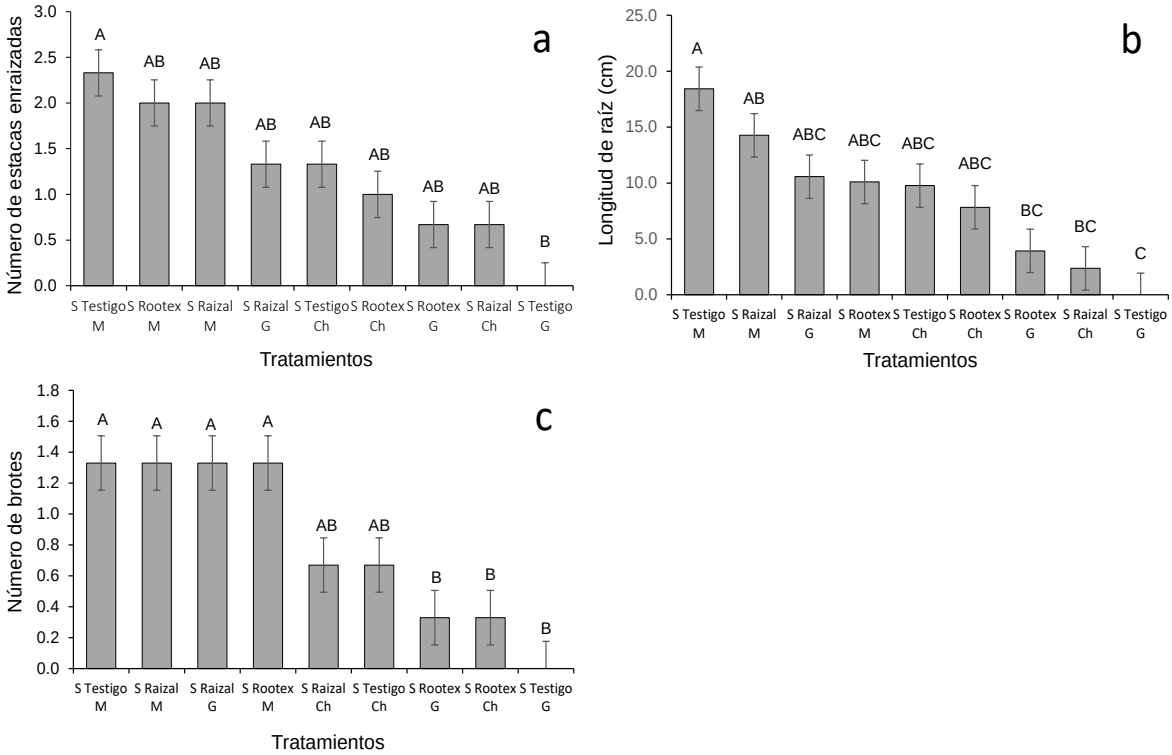


Figura 1. Estacas de *Salix babylonica* L.: Promedio de estacas enraizadas (a), longitud de raíces enraizadas (b) y número de brotes en estacas enraizadas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

En estudio realizado por Ragonese *et al*. (1969) ellos mencionan que las estacas de sauces (varios cultivares) del tratamiento testigo (sumergidas en agua) enraizaron con mayor facilidad, que las estacas de álamos (varios cultivares) en el tratamiento con ácido indol-butírico (50 ppm) tuvieron marcada influencia por este ácido, pero que en las estacas de sauces este tratamiento no tuvieron resultados tan evidentes, y lo atribuyen a que las estacas emiten raíces con gran facilidad. Por su parte, Giraldo *et al*. (2009) al enraizar estacas de *Gliricidia sepium*, *Trichantera gigantea* y *Salix humboldtiana* aplicando ácido naftalenácetico (Hormonagro® ANA 0.4%) y un extracto de cristales de sábila (*Aloe vera*) más un testigo sin enraizador; al igual que en el presente estudio, específicamente las estacas de *S. humboldtiana* no respondieron de forma diferencial a la aplicación de los enraizadores. Esto sugiere que el contenido de sustancias promotoras del crecimiento radical en los tejidos de *S. humboldtiana* es suficiente para promover la rizogénesis en las estacas de esta especie.

De acuerdo con López-Vera *et al.* (2016) la mayoría de las especies de sauces pueden ser propagadas fácilmente, aunque existen algunas especies o clones que suelen presentar dificultades para enraizar. El uso de estimuladores de enraizamiento de origen natural, como los cristales de sábila (Aloe vera (L.) Burm.f.) y la cocción de las hojas del sauce (*Salix humboldtiana* Willd.), entre otros, actualmente han cobrado gran interés (Hartmann y Kester, 1998). En las tres variables evaluadas las estacas medianas y grandes en el tratamiento testigo fueron invariablemente las que presentaron mayor enraizamiento. Sugiriendo que las estacas de esta especie y de estos tamaños pueden, sin la aplicación de productos enraizantes, enraizar adecuadamente. Respecto a lo anterior, Otahola y Vidal (2010) mencionan que el efecto del enraizado también puede verse afectado por la posición que ocupaba la estaca en la rama de donde se tomó, es decir, de la parte apical, media o de la parte basal de la rama. Por consiguiente, la posición indirectamente determina el diámetro de las estacas, siendo las más delgadas y juveniles las de la parte apical de las ramas.

CONCLUSIONES

La propagación vegetativa de *Salix babylonica* por medio de estacas medianas (13.50±1.0 mm de diámetro) y grandes (26.30±1.0 mm de diámetro) es posible realizarla sin la aplicación de enraizadores, así los viveristas evitan incurrir en gastos

económicos. De forma general, las estacas chicas (8.64±1.0 mm de diámetro) enraízan en menor cantidad, indicando que para esta especie el tamaño de la estaca determina el enraizado de las mismas.

REFERENCIAS

Badilla, M. y O. Murillo G. 2005. Enraizamiento de estacas de especies forestales. Kurú: Revista Forestal (Costa Rica). 2(6):1-6.

Barros-Asenjo, S. 2009. Álamos y Sauces, las Salicaceas en el mundo y en Chile. Ciencia e Investigación Forestal. Vol. 15 (2):243-254.

Giraldo C., L.A., H.F. Ríos O. y M. F. Polanco. 2009. Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 1:41-47.

Hartmann, H. y D. Kester. 1998. Propagación de plantas: Principios y prácticas. 760 p. Editorial Continental, Ciudad de México, México.

López-Vera, M. R., F. R. Solorzano M., D. Pomagualli, T. M. López-Vera y G. E. 2016. Vergara V. Propagación in vitro del sauce llorón (Salix babylonica Lin.) a partir de segmentos nodales. Revista de Investigación Talentos III. 2:22.29.

Osuna F., H. R., A. M. Osuna F. y A. Fierro A. 2016. Manual de propagación de plantas superiores. Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, México. D. F.

Otahola G., D. y G. Vidal. 2010. Efecto de las características de la estaca y la utilización de ANA en la propagación de parchita (*Passiflora edulis* f. *favicarpa* Deg.). Revista Científica UDO Agrícola. 10:29-35.

Ragonese, A.K., F. Rial-Alberti, V. A. Sonvico, Violeta.1969. Enraizamiento de estacas de algunos cultivares de sauces y álamos. IDIA Suplemento Forestal Nº 5: 89-106.

Sisaro, D. y J. C. Hagiwara 2016. Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo. INTA. Buenos Aires. 12 p.

ENRAIZADO DE ESTACAS LEÑOSAS DE *Populus nigra* var. Italica UTILIZANDO DOS PRODUCTOS ENRAIZANTES COMERCIALES

ROOTED WOODY CUTTINGS OF *Populus nigra* var. *Italica* WIHT TWO COMMERCIAL ROOTING PRODUCTS

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle del Guadiana (CEVAG), Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Durango. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5, Durango, Dgo., México. C. P. 34170, [2] Facultad de Ciencias Forestales, UJED, Río Papaloapan, Valle del Sur, C.P. 34120, Durango, Dgo.

***Autor principal: garcia.leonardo@inifap.gob.mx**

RESUMEN

Las especies del género *Populus* spp. pueden presentar problemas asociados al manejo y germinación de sus semillas por el tamaño diminuto de sus semillas, por lo que resulta más práctico reproducirlas a partir de partes vegetativas como estacas. Por esta razón el objetivo del presente trabajo fue probar el efecto de dos enraizadores comerciales sobre la formación de raíces en estacas leñosas de *Populus nigra* var. *Italica* de tres tamaños. Se probaron dos enraizadores contenidos en los productos comerciales Rootex® y Raizal 400®, y un tratamiento testigo sin enraizador. Los productos enraizantes se aplicaron por contacto a la base de las estacas. El producto Rootex® promovió el mayor promedio de estacas enraizadas, longitud de raíz y número de brotes en las estacas de tamaño mediano y grande; el segundo mejor tratamiento fue el testigo para los mismos tamaños de estacas. En general, las estacas chicas (8.64±1.0 mm de diámetro) son las que menos enraizaron, sugiriendo que el tamaño de la estaca puede influir en el enraizado de las mismas.

ABSTRACT

The species of genus *Populus* spp. they can present problems associated with the management and germination of their seeds due to the tiny size of their seeds, which is why it is more practical to reproduce them from vegetative parts such as cuttings. For this reason, the objective of the present work was to test the effect of two commercial rooters on the formation of roots in woody cuttings of *Populus nigra* var.

Italica of three sizes. Two rooters contained in the commercial products Rootex® and Raizal 400®, and a control treatment without a rooter were tested. The rooting products were applied by contact to the base of the cuttings. The Rootex® product promoted the highest average rooted cuttings, root length and number of shoots in the medium and large cuttings; the second-best treatment was the control for the same sizes of cuttings. In general, the small cuttings (8.64 ± 1.0 mm in diameter) are the ones that rooted the least, suggesting that the size of the cut may influence their rooting.

INTRODUCCIÓN

Al igual que otras especies, la propagación sexual de *Populus* spp. presenta varios problemas asociados a la dificultad del manejo y germinación de sus semillas, por su tamaño diminuto, variación en su tamaño, número y forma de las semillas y bajos porcentajes de germinación (Giba *et al*., 1995; Medina y Lobo, 2004) y posible latencia (Magnitskiy y Ligarreto, 2007). Las especies del género *Populus* spp. pueden propagarse con facilidad utilizando técnicas como el enraizado de estacas (Hartmann y Kester, 1998). Plantas de diferentes especies del género *Populus* en países como España y Chile entre otros, son utilizadas en la producción masiva en plantaciones forestales comerciales maderables (Barros-Asenjo 2009). La reproducción por estacas, técnica utilizada para la reproducción clonal ha sido ampliamente utilizada en los programas de mejoramiento genético para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales. Actualmente se reconoce que la propagación vegetativa y la selección clonal ofrecen la posibilidad de lograr mayores ganancias genéticas en el menor tiempo (Mesén, 1998). Sin embargo, en el presente estudio la reproducción de plantas será para su utilización en el establecimiento de áreas verdes como jardines, parques; de igual forma, para la estabilización de taludes causes de agua. Dada su importancia ecológica como termorreguladores del ambiente en zonas urbanas, rurales y agrícolas donde las plantas de ambos géneros se desarrollan creando verdaderos corredores ecológicos aptos para la fauna silvestre y confort en la vida cotidiana de las personas. Por tanto, en el presente trabajo el objetivo fue probar el efecto de dos enraizadores comerciales sobre la formación de raíces en estacas leñosas de *Populus nigra* var. *Italica* de tres diferentes diámetros (tamaños).

MATERIALES Y MÉTODOS

De árboles de *Populus nigra* var. *Italica*, en etapa de reposo, existentes en el Campo Experimental Valle del Guadiana, del INIFAP-Durango, se recolectaron estacas leñosas de tres tamaños chicas (8.64±1.0 mm), medianas (13.50±1.0 mm) y grandes (26.30±1.0 mm) de diámetro. Las estacas recolectadas se guardaron en bolsas plásticas a ± 5°C hasta su utilización al día siguiente. La longitud de las estacas se homogeneizó a ± 20 cm y en el corte de la base se aplicó el producto enraizador de acuerdo con los tratamientos propuestos. Se eliminaron las ramillas de las estacas procurando no dañar las yemas vegetativas. Los enraizadores provinieron de dos productos comerciales Rootex® y Raizal 400®, y un tratamiento testigo, sin enraizador. Cada tratamiento constó de 12 estacas y por tamaño de estaca (chica, mediana y grande) con tres repeticiones. Resultaron así un total de 108 estacas en tres bloques con tres tratamientos. Los productos enraizadores se aplicaron por contacto a la base de las estacas, la base se sumergió en el recipiente con agua (inmersión rápida), tras eliminar el exceso de agua, las estacas se impregnaron con el producto enraizador correspondiente. Tras eliminar el exceso de producto (por golpeteo) (Badilla y Murillo, 2005) se procedió a su plantado en rejas tomateras llenas con mezcla base (50% peat moss, 40% corteza de pino compostada, 10% de agrolita) como sustrato de enraizamiento.

Se utilizaron tres rejas tomateras divididas para contener los nueve tratamientos (Rootex®, Raizal 400® y Testigo) y tres tamaños de estaca (chica, mediana y grande). Así el diseño experimental fue en bloques completos al azar, resultando así un diseño en bloques completos al azar, con nueve tratamientos y tres bloques (repeticiones) para un total de 27 unidades experimentales, cada una con cuatro estacas. Se aplicó un riego inicial, los riegos posteriores se aplicaron de acuerdo con las necesidades. A los tres meses y medio de la aplicación de los tratamientos, las variables evaluadas en las estacas fueron: el número promedio de estacas enraizadas (NEenr), la longitud promedio de raíces (cm) y el promedio de brotes o ramillas de las estacas enraizadas. El análisis estadístico de los datos consistió en un ANOVA posteriormente el test DMS de Fisher con alfa=0.05 realizado en Infostat® (versión 20161).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los tres meses y medio de aplicados los tratamientos existieron diferencias significativas en el número de estacas enraizadas entre tratamientos ($p<0.05$). Las estacas de tamaño medio (13.50±1.0mm) de *P. nigra* tratadas con el producto comercial Rootex® fueron las que presentaron mayor número estacas enraizadas. En contraste las estacas de los tres tamaños tratadas con el producto Raizal® fueron las que menos enraizaron, especialmente las estacas grandes (26.30±1.0mm) (Figura 1a). Ragonese *et al*. (1969) observaron que el porcentaje de estacas enraizadas y el peso de las mismas fueron significativamente diferentes a los testigos (sin enraizador) al utilizar ácido indol-butírico (50 ppm) para el enraizado de estacas de varios cultivares de álamos (*Populus* sp.). De igual forma para Márquez-Lima *et al*. (2018) la aplicación de enraízadores y sustratos bajo condiciones de vivero incrementó significativamente en el enraizamiento de estacas de rosa del patrón Natal Brier a los 60 días, siendo el producto Root-Hor® el que logró el mayor efecto sobre el enraizamiento de estacas.

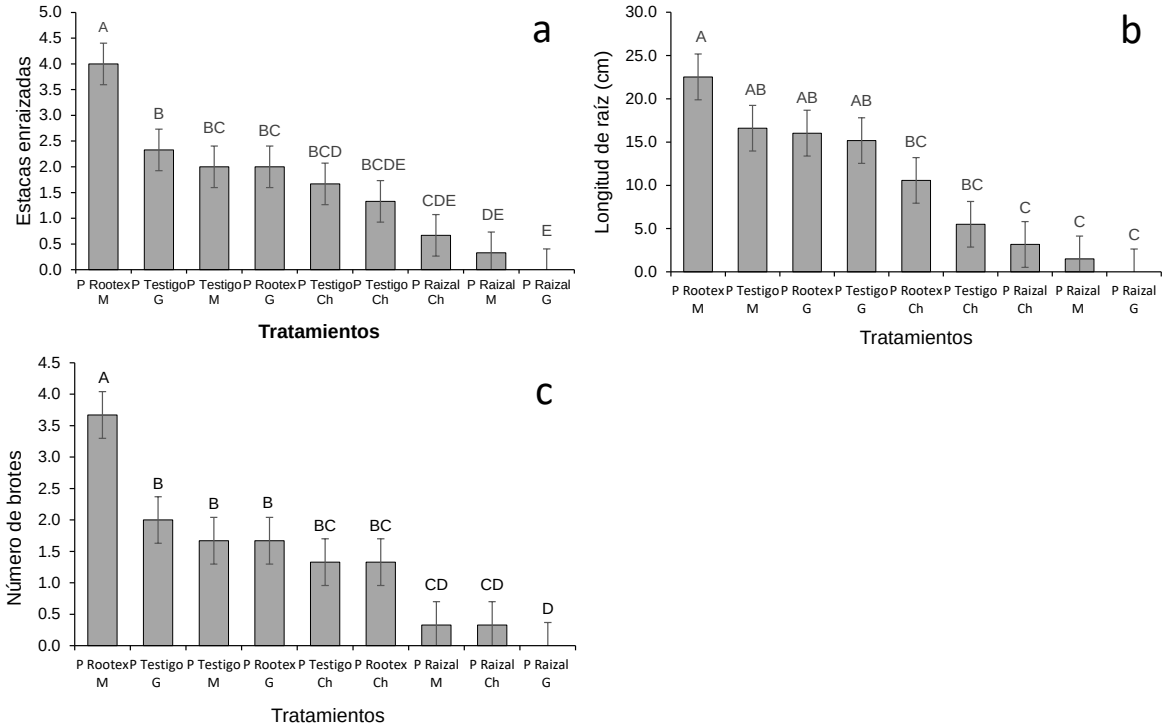


Figura 1. Estacas de *Populus nigra* var*. Italica*.: Promedio de estacas enraizadas (a), longitud de raíces enraizadas (b) y número de brotes en estacas enraizadas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Respecto de la longitud de raíces también existieron diferencias significativas entre tratamientos ($p<0.05$) (Figura 1b). De nueva cuenta las estacas de tamaño medio (13.50±1.0mm) tratadas enraizadas con Rootex® fueron las que presentaron mayor longitud promedio de sus raíces (22.53 cm) en contraste con las estacas enraizadas con Raizal ®, siendo las estacas de los tratamientos testigos mejores que este último producto. Márquez-Lima *et al.* (2018) probando tres enraizadores y dos tipos de sustratos en estacas de rosa del patrón Natal Brier en condiciones de vivero, el enraizador
Root-Hor® logró el mayor efecto sobre el enraizamiento de estacas con un promedio de 176.83 mm (17.68 cm) de longitud de raíces a los 60 días de evaluación.

En cuanto al número de brotes aéreos, las estacas que presentaron el promedio mayor de brotes existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos probados ($p<0.05$). Las estacas de tamaño medio enraizads con Rootex® fueron las que presentaron el mayor promedio de brotes por estaca (3.67) en comparación con las estacas impregnadas con el producto Raizal® en todos los tamaños de estaca (Figura 1c). En las tres variables evaluadas las estacas del tratamiento testigo de tamaño grande y medio fueron siempre las estacas que presentaron los segundos promedios más altos. Esto sugiere que esta especie puede enraizarse de forma adecuada aún sin la utilización de algún promotor del crecimiento radical. Aparicio-Rentería *et al*. (2014) al enraizar estacas juveniles procedentes de setos de año nueve meses de *Pinus patula* sin el uso de enraizadores obtuvieron enraizados muy variables con intervalos de 20% a 100% a nivel de setos provenientes incluso de una misma población.

En el presente trabajo también puede observarse que enraízan mejor las estacas de tamaño medio y grande, no así las de tamaño chico. Esto último a pesar de que los tejidos fisiológicamente maduros tienen una baja capacidad de enraizamiento contraria al material juvenil de acuerdo con Girouard (1973) y Zobel y Talbert (1988), razón por la cual, el establecimiento de plantaciones comerciales se basa en el uso de material juvenil (Mitchell *et al*., 2004). Para Bonfil-Sanders et al. (2007) al probar ácido indolbutírico (AIB) (1500 y 10 000 ppm Radix® y un testigo sin AIB) en estacas de siete especies del género *Bursera*, no observaron asociación positiva entre el

tamaño de la estaca y la presencia de raíce y, por ejemplo, tanto *B. fagaroides* como *B. bipinnata* desarrollaron raíces en todos los tamaños de estaca empleados.

CONCLUSIONES

El enraizamiento de estacas leñosas de tamaño medio y grande de *Populus nigra* var. *Italica* puede promoverse con la utilización de promotores del crecimiento radical como Rootex®, aunque, también pueden ser enraizadas sin la utilización de este tipo de productos. En general las estacas chicas (8.64±1.0 mm de diámetro) enraízan menos, lo que puede indicar que, para esta especie, el tamaño de la estaca puede influir en el enraizado de las mismas.

REFERENCIAS

Aparicio-Rentería, Juárez-Cerillo, S.F. y Sánchez-Velázquez, L. R. 2014. Propagación por enraizamiento de estacas y conservación de árboles plus extintos de Pinus patula procedentes del norte de Veracruz, México. Madera y Bosques. 1:85-95.

Badilla, M. y O. Murillo G. 2005. Enraizamiento de estacas de especies forestales. Kurú: Revista Forestal (Costa Rica). 2(6):1-6.

Barros-Asenjo, S. 2009. Álamos y Sauces, las Salicaceas en el mundo y en Chile. Ciencia e Investigación Forestal. Vol. 15 (2):243-254.

Bonfil-Sanders, P.E. Mendoza-Hernández y J.A. Ulloa-Nieto. 2007. Enraizamiento y formación de callos en estacas de siete especies del género *Bursera.* Agrociencia 41:103-109.

Giba, Z., D. Grubisic y R. Konjevic. 1995. The involvement of phytochromein light-induced germination of blueberry (Vaccinium myrtillus L.) seeds. Seed Sci. Technol. 23, 11-19.

Girouard, R.M. 1973. Propagation of spruce by stem cuttings. New Zealand Journal Forest Science 4:140-149.

Hartmann, H. y D. Kester. 1998. Propagación de plantas: Principios y prácticas. 760 p. Editorial Continental, Ciudad de México, México.

Magnitskiy, S.V. y G.M. Ligarreto. 2007. El efecto del nitrato de potasio, el ácido giberélico y ácido indolacético sobre la germinación de semillas de agraz (Vaccinium meridionale Swartz). Rev. Colomb. Sci. Hort. 1(2) (en prensa).

Marquez-Lima, S., R. E. Huacán V. y T. Huarhua Ch. 2018. Efecto de tres enraizadores y dos tipos de sustratos en estacas de rosa (*Rosa* sp.) del patrón Natal Brier en condiciones de vivero en el Instituto de Educación Rural (IER) San Salvador, Calca-Cusco. Revista Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-UJCM. 4:22-28.

Medina, C.I. y M.A. Lobo. 2004. Colecta, conservación y caracterización de diversas poblaciones de Vaccinium meridionale (mortiño), presentes en los bosques alto andinos de la jurisdicción de

Corantioquia para promover su utilización sostenible. Informe final técnico del proyecto. Corpoica, C.I. La Selva, Rionegro. 32 p.

Mesén, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales. Uso de propagadores de sub-irrigación. Manual Técnico No. 30. CATIE. Costa Rica. 36 p

Mitchell, R.G., J. Zwolinsky y N.B. Jones. 2004. A review on the effects of donor maturation on rooting and field performance of conifer cuttings. Southern African Forestry Journal 201:53-63.

Ragonese, A.K., F. Rial-Alberti, V. A. Sonvico, Violeta (1969). Enraizamiento de estacas de algunos cultivares de sauces y álamos. IDIA Suplemento Forestal Nº 5: 89-106.

Zobel, B. 1992. Vegetative propagation in production forestry. En: Journal of Forestry. Abril 1992. 29-33 pp.

EVALUACIÓN DE LÍNEAS *PER SE* EN MAÍZ AMARILLO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

PER SE LINE EVALUATION IN YELLOW CORN IN NORTHERN TAMAULIPAS

Rosendo Hernández Martínez[1]*, Amalio Santacruz Varela[2], César Augusto Reyes Méndez[1], Ulises Aranda Lara[1], Liliana Guadalupe Alfaro Martinez[3]

[1]INIFAP-Campo Experimental Río Bravo. Carretera Matamoros-Reynosa, Km 61. A.P. 172. C.P. 88900. Río Bravo, Tamaulipas, México. Tel: 01 55 38 71 8700. Ext. 83226 o 83232. [2]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco. C.P. 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México. [3]Universidad Autónoma de Chapingo, Carretera Federal México-Texcoco Km 38.5. C.P. 56230 Texcoco, Estado de México. *Autor de correspondencia: (hernandez.rosendo@inifap.gob.mx)

RESUMEN

La selección de líneas como progenitores a fin de incorporar alelos favorables en la formación de híbridos élite es una parte esencial dentro de un programa de mejoramiento genético por hibridación. El objetivo de este estudio fue identificar las mejores líneas en maíz amarillo (*Zea mays* L.) evaluados en forma *per se* por sus características agronómicas y rendimiento para la formación de híbridos en el norte de Tamaulipas. El trabajo se estableció en el ciclo P-V 2018 dentro de las instalaciones del INIFAP-Campo Experimental Río Bravo (CERIB). Se utilizaron 40 líneas (LEARB1 a LEARB40) de maíz amarillo provenientes del programa de mejoramiento genético del CERIB. Las variables evaluadas fueron rendimiento (REND) en kg ha^{-1}, días a floración masculina (FM) y femenina (FF), altura de planta (ALPL) y de mazorca (ALMZ) en cm. Se observaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para los genotipos en todos los caracteres estudiados. La comparación de medias detectó 10 líneas que superaron a la media general (1213.4 kg ha^{-1}) del experimento. Se identificó a la línea LEARB31 con un rendimiento de 5614.8 kg ha^{-1}, seguidas de LEARB40, LEARB6 y LEARB1. En cuanto a los días a floración se encontraron materiales con FM de 48.6 a 60 días y FF de 49.3 a 60 días. Con respeto a ALPL, ésta fluctuó de 132 a 189.3 cm y la ALMZ de 35 a73 cm. Las líneas con mayor rendimiento pueden ser utilizadas como progenitores femeninos en un programa de mejoramiento genético por hibridación con el fin de aprovechar su potencial de rendimiento y características agronómicas para la formación de híbridos.

ABSTRACT

Selection of lines as parents to incorporate favorable alleles for the formation of elite hybrids is an essential part of a program of genetic improvement by hybridization. The objective of this study was to identify the best lines in yellow maize (*Zea mays* L.) evaluated *per se* for agronomic characteristics and performance for the formation of hybrids in northern

Tamaulipas. The trial was established in the 2018 Spring-Summer cycle at the facilities of INIFAP-Río Bravo Experiment Station (CERIB). Forty lines (LEARB1 to LEARB40) of yellow maize from CERIB's genetic improvement program were used. The variables evaluated included yield (YLD) in kg ha^{-1}, days to male (MF) and female (FF) flowering, plant height (PLH) and ear height (EAH) in cm. Highly significant differences (P≤ 0.01) were observed among the genotypes in all the traits studied. The comparison of means detected 10 lines that surpassed the general average of the experiment (1213.4 kg ha^{-1}). The LEARB31 line was identified with a yield of 5614.8 kg ha^{-1}, followed by LEARB40, LEARB6 and LEARB1. Regarding the days to flowering, materials were found with MF from 48.6 to 60 days and FF from 49.3 to 60 days. With respect to PLH, this fluctuated from 132 to 189.3 cm and EAH from 35 to 73 cm. Lines with the highest yields can be used as female progenitors in a hybridization breeding program in order to take advantage of their yield potential and agronomic characteristics for the formation of hybrids.

INTRODUCCIÓN

La producción de maíz a nivel mundial es más grande que la de cualquier otro cereal, lo anterior es debido a sus cualidades alimenticias para la producción de proteína animal, el consumo humano y el uso industrial. El maíz se ha convertido en uno de los productos más importantes en los mercados internacionales, su relevancia económica y social supera a la de cualquier otro cultivo. Adicionalmente, el cultivo y transformación del maíz es fuente de empleo y alimento para un número importante de personas en el mundo (FIRA, 2016). El estado de Tamaulipas, ubicado en la región noreste de México, en el año 2019 obtuvo una producción de maíz grano de 843,756.15 t; la mayor actividad agrícola de este estado se encuentra en el ciclo otoño-invierno con el 68 % de la superficie sembrada (SIAP 2019). El INIFAP, a través de sus campos experimentales distribuidos en todo el país en sus diferentes programas de mejoramiento genéticos, tiene como uno de sus objetivos prioritarios el de generar y evaluar líneas, así como la formación de nuevos genotipos. Dentro de un programa de mejoramiento por hibridación los mejoradores deben desarrollar líneas endogámicas y seleccionar aquellas que obtengan la mejor expresión; la selección puede ser mediante una prueba *per se* o una cruza de mestizos, para evitar continuar con la producción de todas las líneas en las etapas posteriores y reducir los costos. Por lo anterior, la formación de híbridos competitivos a nivel comercial es necesaria y ésto puede lograrse al identificar líneas progenitoras sobresalientes en etapas tempranas (Mendes *et al.,* 2008), con base a su comportamiento *per se*, adaptación y producción de semilla, o bien, por sus efectos de aptitud combinatoria general y especifica (Bekavac *et al.,* 2008). El conocimiento del potencial de rendimiento y comportamiento agronómico del material genético utilizado como progenitor, determina el éxito de un programa

de mejoramiento (Escorcia *et al.,* 2010). Con base en lo anterior, este estudio se planteó con el objetivo de identificar las mejores líneas de maíz amarillo evaluado de forma *per se* para la formación de híbridos adaptados al norte de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el INIFAP-Campo Experimental Río Bravo (CERIB), Tamaulipas, en el ciclo P-V de 2018, bajo condiciones de riego. Se utilizaron 40 líneas de maíz amarillo derivados del programa de mejoramiento genético del CERIB. A las líneas se les asigno una clave como líneas experimentales de grano de color amarillo en Río Bravo (LEARB1 al LEARB40). El ensayo se estableció bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. El tamaño de la parcela fue de cuatro surcos de cinco metros de largo con una separación entre surco de 0.82 m, con una densidad de población de 65,000 plantas por hectárea. Al momento de la cosecha se colectaron 40 plantas con competencia completa para estimar el rendimiento. El experimento se manejó de acuerdo con el paquete tecnológico para maíz recomendado por el INIFAP-CERIB. (Reyes *et al*., 1990). Se cuantificaron diferentes variables agronómicas como rendimiento de grano (REND) ajustado al 14 % de humedad en kg ha^{-1}, días al 50 % de floración masculina (FM) y femenina (FF), altura de planta (ALPL) y de mazorca (ALMZ) en cm. Se realizó análisis de varianza para las variables evaluadas utilizando el programa estadístico de SAS versión 9.4 y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.01$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza, donde se observan diferencias significativas ($P \leq 0.01$) de los genotipos en las variables de REND, FM, FF, ALPL y ALMZ, lo anterior indica divergencia genética entre las líneas evaluadas, lo que sugiere que al menos una línea fue diferente al resto en cada una de las variables. Resultados similares fueron encontrados por Picón-Rico *et al*. (2018), Ali *et al.* (2014) y Umar *et al.* (2014), al evaluar las mismas variables en líneas de maíz;. así mismo, se encontró diferencia ($P \leq 0.01$) entre repetición para las variables de FF y ALMZ debido a la heterogeneidad del suelo. Los coeficientes de variación fueron relativamente bajos, lo que indica que los resultados son confiables y que la conducción del experimento fue adecuada. Se obtuvo una media general de 1213.4 kg ha^{-1} en la variable de rendimiento; en cuanto a floración masculina y femenina se obtuvo un promedio de 57 días; con relación a la altura de planta, ésta fue de 155.1 cm y la altura de mazorca de 54.0 cm.

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en 40 líneas de maíz amarillo para característica de rendimiento y agronómicas en Río Bravo, Tamaulipas.

F. V.	G.L	REND	FM	FF	ALPL	ALMZ
Genotipos	39	1923682.3**	24**	25.2**	1165.9**	440.6**
Repeticiones	2	6609.0	1.6	5.9**	595.1	959.4**
Error	78	74691.7	1.1	1.0	252.3	129.4
C.V. (%)		22.5	1.9	1.7	10.2	21.0
Media general		1213.4	57.0	57.8	155.1	54.0

*, **: significativo a 0.05 y 0.01, respectivamente. FV: fuentes de variación, GL: grados de libertad, REND: rendimiento de grano, FM: floración masculina, FF: floración femenina, ALPL: altura de planta, ALMZ: altura de mazorca, C.V.= coeficiente de variación.

En el Cuadro 2 se puede observar la comparación de medias de las mejores 10 líneas, las cuales superaron a la media general del experimento con base a rendimiento y las variables FM, FF, ALPL y ALMZ. Se detectó a la línea LEARB31 con un rendimiento de 5614.8 kg ha^{-1}. Los genotipos seleccionados oscilaron en rendimiento entre 1311.0 y 5614.8 kg ha^{-1}, sobresaliendo de manera notoria las líneas LEARB31, LEARB40 y LEARB6. En cuanto a los días de floración, se encontraron materiales con FM de 48.6 a 60 días y FF de 49.3 a 60 días después de siembra, lo anterior, permite identificar materiales de ciclo precoz, intermedios y tardíos. Con respeto a ALPL, de las líneas fluctuaron de 132 a 189.3 cm y la ALMZ va de 35 a73 cm, lo que pone de manifiesto la gran variabilidad de estas líneas con base en su evaluación *per se*.

Cuadro 2. Medias de 10 líneas de maíz amarillos para rendimiento y características agronómicas. Río Bravo, Tamaulipas, 2018.

Líneas	REND (kg ha^{-1})	FM (d)	FF (d)	ALPL (cm)	ALMZ (cm)
LEARB31	5614.8 a	54.3 klmn	55.3 hijk	185.6 a	62.6 abcd
LEARB40	2312.5 b	58 cdefghij	57 efghij	159.6 abcdefg	73 ab
LEARB6	1936.8 bc	48.6 o	49.3 l	184 abc	58.3 abcde
LEARB1	1607.1 bcd	55 ijklmn	55.6 hijk	132 cdefg	52.6 abcde
LEARB3	1519.9 bcde	56.6 fghijklm	57.6 defghi	171.3 abcd	49.6 abcde

LEARB32	1425.3 bcdef	60 abcdef	60 abcdef	147 abcdefg	57.6 abcde
LEARB29	1368.0 cdef	56.3 ghijklm	55.3 hijk	141.3 abcdefg	45 abcde
LEARB21	1348.9 cdef	52.3 n	52.6 kl	145.6 abcdefg	53.3 abcde
LEARB2	1338.2 cdef	53.6 lmn	55 hijk	145.3 abcdefg	35 cde
LEARB16	1311.0 cdef	53.6 ijklmn	55.6 hijk	189.3 a	58 abcde

REND: rendimiento de grano, FM: floración masculina, FF: floración femenina, APL: altura de planta, ALMZ: altura de mazorca, LEARB: líneas experimentales de grano color amarillo de Río Bravo.

Buenrostro-Robles *et al*. (2017) mencionan que las líneas de maíz consideradas como progenitores femeninos para la formación de híbridos de cruza simple deben producir rendimientos mínimos de 3.0 t ha^{-1}; al contrastar las líneas seleccionadas, se evidencia que el genotipo LEARB31 tiene el potencial de ser un candidato para la formación de híbridos trilineales o de cruza simple en futuros estudios. Las líneas evaluadas en esta investigación provinieron de diferentes fuentes de familias, lo que les confiere divergencia genética y con ello la manifestación de heterosis (Esquivel *et al*. 2009), lo que implica un trabajo arduo, pero que puede redituar importantes resultados, con base en la identificación de genotipos sobresalientes y la elección de combinaciones que permitan explotar la heterosis a fin de generar híbridos con potencial de rendimiento y buenos atributos agronómicos.

CONCLUSIONES

Se presentó divergencia genética entre las líneas estudiadas, para rendimiento de grano y otros atributos agronómicos, lo que permitió seleccionar un grupo élite de líneas que pueden ser utilizadas como progenitores para la formación híbridos. La evaluación de las líneas por el método *per se* fue apropiado, ya que se eliminaron líneas con bajo potencial de rendimiento y características agronómicas indeseables.

REFERENCIAS

Ali G., Z. A. Dar, I. Ahmad, A. A. Lone, S. A. Dar, M. Habib, A. B. Shikari and S. A. Nagoo 2014. Combining ability studies over environments in high altitude elite inbred lines of maize (*Zea mays* L.). International Journal of Agriculture Innovations and Research 2:1108-1113.

Bekavac, G., B. Purar and D. Jocković 2008. Relationships between line per se and testcross performance for agronomic traits in two broad-based populations of maize. Euphytica 162: 363-369.

Buenrostro-Robles M., R. Lobato-Ortiz, J. J. García-Zavala y C. Sánchez-Abarca. 2017. Rendimiento de líneas de maíz exótico irradiado con rayos gamma y de híbridos de cruza simple. Revista Fitotecnia Mexicana 40:351-358.

Escorcia-Gutiérrez N., J. D. Molina-Galán, F. Castillo-González y J. A. Mejía-Contreras 2010. Rendimiento, heterosis y depresión endogámica de cruzas simples de maíz. Revista Fitotecnia Mexicana 33:271-279.

Esquivel E. G., F. Castillo G., J. M. Hernández C., A. Santacruz V., G. García S., J. A. Acosta G. y A. Ramírez H. 2009. Aptitud combinatoria y heterosis en etapas tempranas del desarrollo de maíz. Revista Fitotecnia Mexicana 32: 311-318.

FIRA, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura 2016. Panorama Agroalimentario. Maíz 2016. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. FIRA, Banco de México. 40 p.

Mendes M. P. M. R., S. E. Pêgo, C. V. Patto and A. R. Hallauer 2008. Comparison of selection methods on 'Pigarro', a Portuguese improved maize population with fasciation expression. Euphytica 163: 481-499.

Picón-Rico, R., R. E. Preciado-Ortiz, F. Cervantes-Ortiz, J. Covarrubias-Prieto y A. Terrón-Ibarra. 2018. Efectos genéticos en líneas doble haploides de maíz de grano amarillo y alto contenido de aceite. Revista Fitotecnia Mexicana 41: 301-310.

Reyes M. C. A., J. R. Girón C. y E. Rosales R. 1990. Guía para producir maíz en el norte de Tamaulipas. Folleto para Productores No. 7. SARH-CIFAP-CERIB. Río Bravo, Tamaulipas, México. 31 p.

SIAP, Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. 2019. Tamaulipas. Infografía Agroalimentario 2019. Primera edición. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México.

Umar U. U., S. G. Ado, D. A. Aba and S. M. Bugaje 2014. Estimates of combining ability and gene action in maize (*Zea mays* L.) under water stress and non-stress conditions. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare 4:, 2014. 247 - 257.

EFECTO DEL FERTILIZANTE STIMULATOR EN LA ACTIVIDAD DE LA CIANAMIDA DE HIDRÓGENO EN VID DE MESA

EFFECT OF THE STIMULATOR FERTILIZER ON THE ACTIVITY OF HYDROGEN CYANAMIDE IN GRAPE VINE

Martínez, Gerardo[1]

[1]Investigador del INIFAP en el Campo Experimental Costa de Hermosillo, Son. Email: martinez.gerardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del fertilizante Stimulator y cianamida de hidrógeno (HCN) en la brotación de vid cv Perlette. Los tratamientos evaluados fueron HCN 30 Kg i.a.ha^{-1}, HCN 30 Kg i. a. ha^{-1} + Stimulator 1 L ha^{-1}, HCN 30 Kg i. a. ha^{-1} + Stimulator 2 L ha^{-1} y HCN 30 Kg i. a. ha^{-1} + Stimulator 4 L ha^{-1}, utilizando 2000 litros de agua por ha para realizar las aspersiones. Stimulator contiene 6.53% de nitrógeno total, 0.04% de ácido fólico, 4.09% de Ácido N- acetil-Tiazolidín- 4 Carboxílico, 9.01% de aminoácidos y 3.57 % de carbono orgánico oxidable por litro. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en totalmente al azar con cuatro repeticiones donde la unidad experimental constó de 5 plantas. El porcentaje de brotación en las yemas de espuelas fue significativamente mayor al adicionar 1 o 2 litros de Stimulator a HCN que con la aplicación de solo HCN ($p \leq 0.05$). El porcentaje de brotación en las yemas de espuelas fue significativamente menor al adicionar 4 litros de Stimulator a HCN que con la aplicación de solo HCN ($p \leq 0.05$). Los tratamientos afectaron de manera similar la brotación de las yemas de las guías.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the effect ot the fertilizer Stimulator and hydrogen cyanamide (HCN) in budbreak of the grape cv Perlette. Treatments were: HCN 30 Kg a. i ha^{-1}, HCN 30 Kg a. i. ha^{-1} + Stimulator 1 L ha^{-1}, HCN 30 Kg a. i. ha^{-1} + Stimulator 2 L ha^{-1} and HCN 30 Kg a. i. ha^{-1} + Stimulator 4 L ha^{-1}. Sprayings were made by using 2000 liters of water per ha.. Stimulator contains 6.53% total nitrogen, 0.04%, 4.09% N- acetil-tiazolidín- 4 Carboxílic acid, 9.01% aminoacids and 3.57 % oxidizable organic per liter. Treatments were distributed in a completely randomized block design with four replications with an experimental unit of five vines. Budbreak from spurs was significantly higher when 1 to 2 liters of Stimulator was added to HCN compared to HCN alone ($p \leq 0.05$). Budbreak from spurs was significantly

lower when 4 liters of Stimulator was added to HCN compared to HCN alone (p≤0.05). Treatments affected in a similar way to budbreak from the canes.

INTRODUCCIÓN

Existe una correlación positiva entre la brotación y el rendimiento de la vid. Por ello es importante incrementarla y uniformizarla, especialmente en las condiciones subtropicales donde la baja acumulación de frío en el invierno conlleva a tener una brotación escasa y desuniforme (Martínez, 2014; Osorio *et al*., 2004). La cianamida de hidrógeno es el regulador de crecimiento más utilizado para inducir la brotación en vid bajo las condiciones de Sonora (Martínez *et al*., 2008). El modo de acción exacto de este compuesto se desconoce pero se ha encontrado que induce la respiración anaeróbica lo que estimula la acumulación de especies reactivas de oxígeno y de nitrógeno. También provoca otros cambios metabólicos los cuales en conjunto activan genes responsables de la división celular y consecuentemente de la brotación (Faust *et al*., 1997; Sudawan *et al*., 2016).

Varios reportes indican que la brotación de la vid inducida por la cianamida de hidrógeno puede ser mejorada con productos que tienen una actividad sinérgica (Martínez *et al*., 2007). A nivel comercial se aplican compuestos a base de nitrógeno que se supone tienen una actividad sinérgica con la cianamida de hidrógeno. No obstante, no existen trabajos formalmente reportados sobre la actividad de estos compuestos. Uno de los productos comerciales que contiene nitrógeno y aminoácidos es Stimulator. No obstante, se carece de información experimental al respecto.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del fertilizante Stimulator y la cianamida de hidrógeno en la brotación de vid cv Perlette.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Campo Santa Inés, localizado en la Costa de Hermosillo, en un viñedo cv Perlette con riego por goteo, en el ciclo 2012/2013. Se realizó una poda mixta en donde se dejaron espuelas y cañas en las plantas.

Los tratamientos evaluados fueron HCN 30 Kg i.a.ha^{-1}, HCN 30 Kg i. a. ha^{-1} + Stimulator 1 L ha^{-1}, HCN 30 Kg i. a. ha^{-1} + Stimulator 2 L ha^{-1} y HCN 30 Kg i. a. ha^{-1} + Stimulator 4 L ha^{-1}, utilizando 2000 litros de agua por ha para realizar las aspersiones. Stimulator contiene 6.53% de nitrógeno total, 0.04% de ácido fólico, 4.09% de Ácido N- acetil-Tiazolidín- 4 Carboxílico, 9.01% de aminoácidos y 3.57 % de carbono orgánico oxidable por litro. La aplicación se realizó el 28 de Diciembre del 20012 con una mochila manual motorizada. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño totalmente al azar con cuatro repeticiones, donde la unidad

experimental constó de 5 plantas. La brotación se evaluó el 14 de febrero. Se consideró como yema brotada a las que estaban de punto verde o en un estado de desarrollo más avanzado. Se realizó análisis de varianza y separación de medias de los datos aplicando la Prueba de Duncan al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En número de espuelas por planta así como el de número de yemas totales procedentes de espuela fue similar entre los tratamientos lo cual era de esperarse ya que la poda fue similar entre los tratamientos (Cuadro 1). El número de yemas brotadas por planta con HCN fue inferior que con HCN + Stimulator 1 L ha^{-1} o Stimulator 2 L ha^{-1} ($p \leq 0.05$). Al incrementar la dosis de Stimulator a 4 L/ha en la mezcla con HCN la brotación declinó a 27% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del Stimulator y HCN en la brotación de yemas de espuelas de la vid cv Perlette, en la Costa de Hermosillo, Sonora.

Tratamiento	Espuelas/ planta	Yemas de espuelas/ planta	Yemas Brotadas/ Planta	Yemas brotadas %
HCN	27.0 a	58.6 a	31.4 b	53.5 b
HCN + Stimulator 1 l ha^{-1}	27.5 a	60.5 a	40.6 a	67.2 a
HCN + Stimulator 2 l ha^{-1}	26.0 a	53.7 a	36.9 a	68.8 a
HCN + Stimulator 4 l ha^{-1}	26.9 a	57.8 a	15.8 c	27.3 c

El número de guías por planta y número de yemas totales procedentes de espuela fue similar entre los tratamientos lo cual también era de esperarse ya que la poda fue similar entre los tratamientos (Cuadro 2). Al igual que en el caso de las yemas procedentes de espuelas se encontró que el número de yemas de guías brotadas por planta fue inferior al aplicar HCN que al aplicar HCN + Stimulator 1 o 2 L ha^{-1}. Al incrementar la dosis de Stimulator a 4 L ha^{-1} en la mezcla con HCN la brotación disminuyó a 14% (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto del Stimulator y HCN en la brotación de yemas de guías de la vid cv Perlette, en la Costa de Hermosillo, Sonora.

Tratamiento	Guías/ planta	Yemas de guías/planta	Yemas Brotadas/planta	Yemas brotadas %
HCN	6.2 a	55.7 a	22.2 b	39.9 b
HCN + Stimulator 1 l ha^{-1}	6.7 a	65.2 a	36.8 a	56.5 a
HCN + Stimulator 2 l ha^{-1}	6.1 a	55.2 a	29.6 ab	53.6 ab
HCN + Stimulator 4 l ha^{-1}	6.5 a	64.3 a	9.4 c	14.5 c

CONCLUSIONES

La mejor brotación de la vid cv Perlette se obtuvo al adicionar Stimulator en dosis de 1 a dos litros por ha a la cianamida de hidrógeno. Dosis mayores de Stimulator en la mezcla provocaron una declinación en la brotación.

REFERENCIAS

Faust, M., Erez, A., Rowland. J., Wang, S., and Norman, H. (1997). Bud dormancy in perennial fruit trees: Physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. HortScience. 32(4):623-628.

Martínez, G. (2012). La brotación de la vid (*Vitis vinífera* L.) en Sonora. Folleto técnico 14. CECH-CIRNO-INIFAP. P:70.

Martínez, G., Márquez, A., Miranda, J., and Valenzuela, J. (2008). The effect of hydrogen cyanamide on the development of the inflorescence primordia of the grape (*Vitis vinífera*). Book of Abstracts. LIV Annual Meeting of the ISTH. Brasil. P: 45.

Osorio, G., Miranda, J., Márquez, A., Grageda, J., y Martínez, G. (2004). Regulación de la brotación y cosecha en vides del desierto de Sonora. Libro técnico 7. CEH-CIRNO-INIFAP.

Sudawan, B., Chang, Ch., Chao, H., Ku, M., and Yen, Y. (2016). Hydrogen cyanamide breaks grapevine bud dormancy in the summer through transient activation of gene expression and accumulation of reactive oxygen and nitrogen species. BMC Plant Biology 16:202. DOI 10.186/s12870-016-0889-y

EFECTO DEL ESTADO DE MADUREZ A LA COSECHA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD FORRAJERA DE VARIEDADES DE AVENA Y TRITICALE

EFFECT OF MATURITY-STAGE AT HARVEST ON YIELD AND FORAGE QUALITY OF VARIETIES OF OAT AND TRITICALE

J. D. Orozco Navarro[1], J. J. Olmos Colmenero[2], S. Gallardo Ramírez[3], y O. I. Santana[4*].

[1] Instituto Tecnológico El Llano. Municipio de El Llano, Aguascalientes.
[2] Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara. Tepatitlán de Morelos, Jal.
[3] Departamento Técnico Agrícola. Proteína Animal S.A. de C.V. San Juan de los Lagos, Jal.
[4] INIFAP Campo Experimental Pabellón. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.
***Autor de correspondencia: santana.omar@inifap.gob.mx**

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la producción de nutrientes de varietales de avena y triticale cosechados en cuatro estados de madurez. El estudio se realizó en una localidad de los Altos (Norte) de Jalisco; en donde se utilizó un diseño en parcelas divididas con tres repeticiones en el que el cultivo fue la parcela principal, los varietales dentro de cultivo fueron las sub-parcelas, y las sub-sub-parcelas fueron los cuatro estados de madurez a la cosecha (C1 = embuche, C2 = espigado, C3 = grano lechoso, C4 = grano masoso). En cada corte se colectaron muestras para determinar materia seca (MS), composición bromatológica y estimar la energía neta de lactancia (EN_L; Mcal/kg de MS). La interacción entre corte y variedad (CxV) afectó el contenido de MS, el cual incrementó linealmente a través de cortes y difirió entre las variedades de avena pero no en los varietales de triticale. La interacción entre corte y cultivo (CxT) afectó el rendimiento de MS (RMS) que fue similar en C1 para avena y triticale, pero difirió a favor del triticale a partir del C2. También la interacción CxT afectó el contenido de proteína cruda (PC) que fue mayor en el C1 en triticale y decreció en los cortes subsecuentes a mayor grado que en la avena. El contenido de fibra detergente neutro fue constante a través de cortes en la avena, mientras que en triticale decreció 9.9 unidades porcentuales en el C4 al ser diluida por mayor contenido de carbohidratos no fibrosos. Lo anterior favoreció el contenido de EN_L en el triticale en comparación con la avena. En conclusión, la producción de PC y EN_L fue mayor en estados de madurez avanzados y la mejor calidad forrajera en estados tempranos no compensó la pérdida en RMS en ninguno de los dos cultivos.

ABSTRACT

The objective was to evaluate nutrient yield of varieties of oat and triticale harvested at four maturity-stages. The study was conducted in a locality at north of Altos de Jalisco; there, a three-replicated split-plot experimental design was used to evaluate two crops (main plot), crop varieties (oat, n = 4; triticale, n = 5) four maturity-stages (C1 = boot-stage, C2 = heading, C3 = watery seed, and C4 = dough-stage) that were the sub-sub-plots. At harvest, fresh samples were taken to determine dry matter (DM), chemical composition and estimate net energy of lactation (NE_L; Mcal/kg of DM). The interaction between cut and variety (CxV) affected DM content as it increased linearly through cuts and differing among oat's varieties but not in triticale's varieties. The interaction between cut and crop (CxT) affected DM yield that was similar at C1 for oat and triticale, but from C2 was greater for triticale than oat. In addition, the interaction CxT affected crude protein (CP) yield, which was greater in triticale at C1 decreasing in following cuts at greater extent than oat. Neutral detergent fiber content was similar moving across cuts in oat, but in triticale NDF decreased 9.9 percentage units at C4 being diluted by a greater non-fiber carbohydrates content. Thus, this latter enhanced NE_L content in triticale's compared to oat's varieties. In conclusion, CP and NE_L yields increased on later maturity-stages at harvest whereas a better forage quality in earlier stages did not compensate DM shrinkage either in triticale' or oat's varieties.

INTRODUCCION

Los forrajes son la base de alimentación de la vaca lechera, y un forraje que complementa bien la energía del ensilaje de maíz es la PC en la alfalfa. Sin embargo, la escasez de agua en el Altiplano mexicano ha forzado a los productores a comprar alfalfa con el consecuente impacto en los costos de alimentación e importación de nutrientes, los cuales son acumulados en reducidas superficies de tierra. Los forrajes de invierno (cereales de grano pequeño) pueden ser una opción viable para reemplazar total o parcialmente la alfalfa en la dieta de vacas lecheras (Santana et al., 2019). No obstante, para lograr un similar contenido de PC en dichos cultivos con respecto a la alfalfa es necesario cosechar en estados tempranos de madurez, y por tanto, esto puede ir en detrimento del RMS. Al respecto, el triticale puede alcanzar un alto contenido de PC y además, dado su hibridación también pueden obtenerse altos RMS (Coblentz and Welgenbach, 2010; Santana et al., 2013). No obstante, lo anterior puede ser alterado por los varietales evaluados y la producción de PC y energía no compensar la muy posible merma en RMS. Así pues, la hipótesis de este estudio fue comprobar si la producción de nutrientes y mejor valor nutricional en cortes tempranos puede compensar el

mayor RMS en cortes avanzados de madurez en varietales de avena y triticale. Por consiguiente, el objetivo fue evaluar dos especies de cultivo y diferentes varietales cosechados en cuatro estados de madurez y su efecto en el rendimiento, composición nutrimental y la producción de nutrientes.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó durante el ciclo invernal 2019 en un predio ubicado a los 21º11' LN 102º11' LO en la región de los Altos Norte, en el municipio de Lagos de Moreno, Jalisco. El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar desbalanceado en parcelas divididas con tres repeticiones, en donde la parcela principal fue el cultivo (n = 2), la sub-parcela fueron las variedades (avena, n = 4; triticale, n = 5), y las sub-sub-parcelas fueron los estados de madurez al corte (n = 4). Las variedades de avena fueron Turquesa (**A1**), Chihuahua (**A2**), Karma (**A3**) y Obsidiana (**A4**); mientras que los varietales de triticale fueron todos del CIMMyT incluyendo la variedad liberada Bicentenario TCL-8 (**T1**), y los aún experimentales TBF (**T2**), TR-2 (**T3**), TR-5 (**T4**) y TR-6 (**T5**). La siembra fue el día 25 de noviembre de 2019 en suelo seco, en donde previamente se cultivo maíz forrajero y después de cosechar se aplicaron 4 t/ha de composta de gallinaza con un 1.1% de N. Posteriormente, se dieron dos pasos de rastra cruzada y se desmenuzaron los terrones. La siembra fue en surcos a una distancia de 0.20 m con una densidad de 125 kg/ha, y la unidad experimental (UE) fue de 60 m^2 [6.0 m (largo) x 10 m (ancho)]. El riego se aplicó semanalmente mediante aspersión para cumplir o exceder el 100% de la demanda de evaporación potencial.

En ambos cultivos los estados de madurez al corte fueron: embuche (**C1**), espigado (**C2**), grano lechoso (**C3**) y grano masoso (**C4**); lo anterior correspondió a las fases Z4.0, Z5.0, Z7.0 y Z8.5, respectivamente, de la escala de Zadok et al. (1974). Previo al corte se registró la altura de planta (APL, cm) y después se cortó al azar a 15 cm sobre el nivel del suelo el total de plantas en 1.0 m^2 en cada UE y se registró el peso fresco total; posteriormente se tomó una muestra de 1.0 kg para determinar MS en estufa de aire forzado a 55ºC hasta peso constante. Después del secado se calculó el RMS (t/ha) a partir del peso fresco de campo y el área de la UE y el contenido de MS. La muestra seca fue molida a un tamaño de partícula de 1 mm (Retsch SR 300, Staufen, Alemania) para el análisis de composición bromatológica. Las muestras de forraje seco y molido fueron analizadas en el laboratorio de forrajes de la Universidad de Guadalajara (CUALTOS, Tepatitlán de Morelos, Jal). Una sub-muestra se utilizó para determinar MS absoluta a 105ºC por 24 h y subsecuentemente para determinar cenizas a 550ºC por 6 h (Método 942.05, AOAC, 2016). El contenido de FDN se determinó en

una muestra secada a 55ºC que se analizó utilizando ∝-amilasa y sulfito de sodio en el analizador de fibras (A200, Ankom Technlology, Macedonia, NY) y la muestra fue secuencialmente utilizada para determinar fibra detergente ácido (FDA) y lignina. El contenido total de N se determinó utilizando el método de Dumas mediante combustión en seco (FP-528, Leco Instruments, St. Joseph, MO) y la PC fue calculada como % de N x 6.25. El extracto etéreo (EE) se determinó con hexano utilizando el Goldfisch (Método 922.06, AOAC, 2016). El contenido de carbohidratos no fibrosos (CNF) se calcularon por diferencia (NRC, 2001). Finalmente, el total de nutrientes digestibles (TND) y la concentración de energía neta de lactancia (EN_L, Mcal/kg MS) fueron estimados a partir de los resultados de composición química y conforme a las ecuaciones 2-5 y 2-11 del NRC (2001).

Análisis estadísticos. Los datos fueron analizados en R (R Studio Inc., Boston, MA) y todas las variables se ajustaron al siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + T_j + \beta_j + T(V)_{jk} + \delta_{jk} + C_l + (T \times C)_{jl} + C \times T(V) + E_{ijkl}$$

En donde Y es la variable respuesta, μ es la media general, *A* es el efecto aleatorio de la repetición i (i = 1 a 3), T es el efecto fijo del cultivo j (j = 1 a 2), β es el error experimental asociado a la parcela principal, T(V) es el efecto anidado de la variedad k (avena, n = 1 a 4; triticale, n = 1 a 5) dentro de cada especie de cultivo, δ es el error experimental de la parcela y la sub-parcela, C es el efecto fijo del corte l (l = 1 a 4), T×C es la interacción entre el cultivo j y el corte l, C×T(V) es la interacción entre la variedad k anidada dentro cada especie de cultivo y el corte l y E_{ijkl} es el error residual. Se utilizó la función *aov* para el análisis de varianza y el paquete *emmeans* para obtener las medias de cuadrados mínimos que se reportan. Las comparaciones entre variedades se probaron independientemente en cada cultivo y cuando fueron significantes se utilizó la función *list(~pairwise)* para separar las medias; para el efecto de corte se probaron contrastes lineales y cuadráticos utilizando la función *list(~poly)*. La significancia estadística fue declarada a $P \leq 0.05$ y tendencias $0.05 < P \leq 0.10$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las variables agronómicas se presentan en el Cuadro 1. El 100% del estado de embuche (C1) se presentó con tres días de anticipación en las variedades de avena comparado a los varietales de triticale. Se detectó una interacción ($P < 0.01$) entre corte y cultivo (CxT) en APL ya que en el C1 ambos cultivos tuvieron similar APL, pero a partir de C2 el triticale superó en

APL a la avena; sin embargo, no hubo efecto varietal en ninguno de los dos cultivos. La avena mostró efecto lineal ($P < 0.01$) en APL desde el C1 hasta el C4; mientras que triticale mostró un efecto cuadrático ($P = 0.02$) al detener la APL en el C3. Se detectó una interacción ($P = 0.03$) entre cultivo y variedad (TxV) en contenido de MS al corte, en donde las variedades de avena difirieron entre sí pero no en el caso de las variedades de triticale (Figura 1-1). También el contenido de MS fue afectado por la interacción CxT ($P = 0.04$) ya que en el C1 las avenas superaron en 3.0% más MS a los triticales, lo cual se revirtió a partir del C2 y hasta el C4. Lo anterior se asocia a que la avena presentan mayor precocidad comparado al triticale, y en consecuencia puede exhibir mayor acumulación de MS (Reta et al., 2017). En contraste, a partir del espigado el triticale tiende a contener más MS debido a una mayor acumulación de CNF en el grano comparado a otros cereales de grano pequeño (Coblentz and Walgenbach, 2010) y que se intensifica con la madurez al corte (Coblentz et al., 2018).

En el RMS se detectó únicamente la interacción TxV ($P < 0.01$) debido a que hubo diferencias entre variedades de avena pero no entre los varietales de triticale (Figura 1-2). Es posible que las variedades de avena A4 y A1 con menores RMS tuvieran mejor adaptación para fechas tardías de verano; mientras que en el presente estudio se evaluaron en ciclo invernal dando ventaja en RMS a las variedades A2 y A3. En contraste, las variedades de triticale se han desarrollado para ciclos de invierno bien definidos; por lo que es esperado que las variedades expresen similar o mínima diferencia en RMS (Reta et al., 2017). En general, el RMS se incrementó linealmente ($P < 0.01$) en ambos cultivos a razón de 0.4 y 1.5 t/ha entre corte en la avena y triticale, respectivamente.

Cuadro 1. Variables agronómicas, rendimiento, composición química y producción de nutrientes de varietales de avena y tritica les cosechados en cuatro estados de madurez.

	AVENA[1]				TRITICALE[1]					Valor[2] P			
Variable	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	**EEM**	C	T	V	INT
Variables agronómicas													
Días al corte	64	72	103	124	67	72	103	124	-	-	-	-	-
Altura de planta, cm	102	114	119	124	105	124	135	135	5.68	L,Q	< 0.01	NS	CxT
Materia seca, % planta	17.4	20.9	25.1	37.7	14.4	23.9	29.6	40.5	0.83	L	< 0.01	< 0.01	CxT, TxV
Rendimiento, t/ha de MS	7.4	7.7	8.8	9.3	7.4	9.0	10.8	13.2	0.33	L	< 0.01	0.04	TxV
Composición, % MS													
Proteína cruda	16.4	15.1	14.0	13.2	18.8	14.4	13.1	12.9	0.29	L,Q	0.52	< 0.01	CxT
Fibra detergente neutro	54.8	58.1	58.9	56.8	56.7	58.5	54.9	46.8	0.50	L,Q	< 0.01	NS	CxT
Fibra detergente ácido	33.9	35.7	36.3	35.0	36.4	37.0	33.7	28.9	0.64	L,Q	< 0.01	0.02	CxT, CxV
Extracto etéreo	2.1	2.0	2.5	2.5	2.4	2.2	2.1	1.8	0.09	NS	0.03	NS	CxT
Lignina	4.6	5.2	6.0	6.3	5.0	6.1	6.6	5.9	0.09	L,Q	< 0.01	NS	CxT
Cenizas	11.2	10.2	9.4	9.0	13.0	10.7	9.4	8.3	0.17	L,Q	0.02	NS	CxT

CNF[3]	15.5	14.6	15.2	18.6	9.1	14.2	20.5	30.2	0.98	L,Q	< 0.01	< 0.01	TxV
Lignina, % FDN	8.5	8.9	10.1	11.1	8.7	10.4	12.1	12.5	0.19	L	< 0.01	0.09	CxT
TND[4]	58.7	56.4	54.4	56.2	58.7	55.8	57.2	61.6	0.41	Q	< 0.01	NS	CxT, CxV
EN_L,[4] Mcal/kg MS	1.21	1.14	1.09	1.14	1.21	1.13	1.17	1.28	1.21	Q	< 0.01	0.06	CxT, CxV
Producción de nutrientes													
Proteína cruda, t/ha	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.3	1.4	1.7	0.05	L,Q	< 0.01	0.07	CxT
Fibra detergente neutro, t/ha	4.0	4.5	5.4	5.3	4.2	5.2	6.0	6.2	0.20	L,Q	< 0.01	0.06	NS
CNF, t/ha	1.1	1.1	1.2	1.7	0.7	1.3	2.2	4.0	0.10	L,Q	< 0.01	< 0.01	CxT
EN_L, Gcal/ha	8.9	8.8	9.6	10.6	8.9	10.1	12.6	16.9	0.38	L,Q	< 0.01	0.04	CxT

[1] Corte: C1 = embuche, C2 = espigado, C3 = estado de grano lechoso, C4 = estado de grano masoso.

[2] C = Corte, contrastes lineales (L) y/o cuadráticos (Q); T = cultivo, V = variedad (dentro de cultivo); INT = Interacciones entre los efectos fijos.

[3] CNF = Carbohidratos no fibrosos calculados por diferencia como CNF (%) = 100 – (% PC + % FDN + % EE + % Cenizas).

[4] TND = total de nutrientes digestibles, EN_L = energía neta de lactancia calculados con las ecuaciones 2-5 y 2-11 del NRC (2001).

La composición química se presenta en el Cuadro 1. Se detectó una interacción CxT ($P < 0.01$) en el contenido de PC, en donde en el C1 los varietales de triticale superaron en contenido de PC a las avenas (18.8 vs. 16.4%, respectivamente). No obstante, a partir del C2 los varietales de triticale y avena tuvieron similar contenido de PC. Estos resultados coinciden con lo reportado en un trabajo en donde el contenido de PC en estados tempranos de madurez es mayor en el triticale y cebada comparados con la avena (Nadeau, 2007). Lo anterior parece estar asociado a una mayor acumulación de nitritos al inicio del embuche en el triticale, los cuales reducen a medida que avanza la madurez del cultivo (Khorasani et al., 1997). Además, el declive en contenido de PC exhibió un efecto cuadrático ($P < 0.01$) ya que fue más marcado del C1 al C2 y en menor grado de C2 a C4.

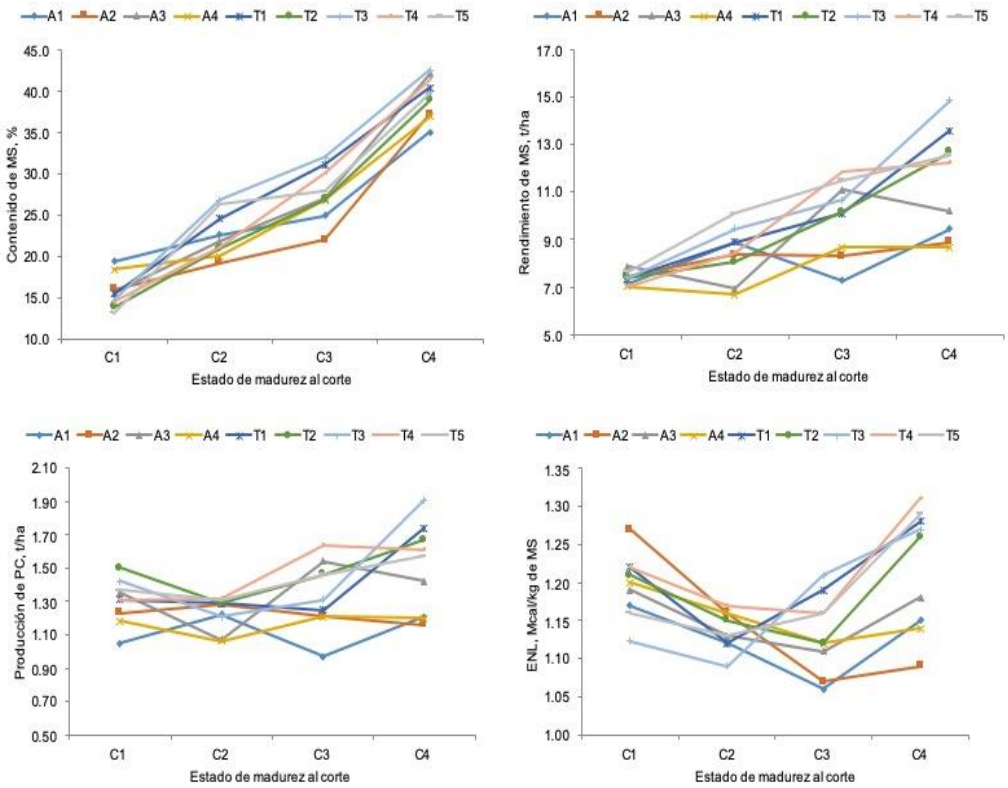


Figura 1. Gráficos de interacciones de variedades de avena (A1 a A4) y de triticale (T1 a T5) cosechados en embuche (C1), espigado (C2), grano lechoso (C3) y grano masoso (C4). Comenzando en la esquina superior izquierda en sentido de las manecillas del reloj: Figura 1-1 Contenido de MS (%); Figura 1-2 Rendimiento de MS (t/ha); Figura 1-3 Concentración de EN_L (Mcal/kg de MS); Figura 1-4 Producción de PC (t/ha).

El contenido de FDN fue afectado por la interacción CxT ($P < 0.01$); en las avenas no hubo variaciones, mientras que en los triticales la FDN se redujo ligeramente del C1 al C3 y súbitamente del C3 al C4 (Cuadro 1). Los resultados son consistentes con lo reportado en

otros trabajos, en los que se concluye que en cereales de grano pequeño, el contenido de FDN poco difiere a través de cortes (Khorasani et al., 1997; Nadeau, 2007). Sin embargo, en el caso del triticale es posible que la discrepancia este asociada a un efecto de dilución al acumularse más CNF que en las avenas (Coblentz et al., 2010). Al respecto, la acumulación de CNF fue afectada por la interacción CxT ($P < 0.01$) ya que en el C1 la avena tuvo mayor contenido de CNF que el triticale. Sin embargo, ambos cultivos se equipararon en el C2 y el contenido de CNF sobresalió a partir del C3 a favor de los varietales de triticale. La acumulación de CNF mostró un efecto cuadrático ($P < 0.01$) en la avena, mientras que en el triticale el contenido de CNF exhibió un efecto lineal ($P < 0.01$) al incrementarse en 5.2 unidades porcentuales entre cortes.

El contenido de lignina fue afectado por la interacción CxT ($P = 0.03$) ya que los varietales de triticale estuvieron más lignificados que las variedades de avenas del C1 al C3 y lo opuesto ocurrió en el C4. Sin embargo, la lignificación de la FDN se incrementó de linealmente ($P < 0.01$) en ambos cultivos y fue mayor en el triticale que en la avena ($P < 0.01$). Lo anterior afecta la digestibilidad de la FDN y en consecuencia el suministro de energía (NRC, 2001). Al respecto, la concentración de EN_L fue afectada por la interacción CxT ($P < 0.01$); en donde en el C1 y C2 las variedades de avena y triticale fueron similares, pero a partir de C3 los varietales de triticale superaron a las variedades de avena. La interacción TxV también afectó ($P = 0.04$) la EN_L, en donde únicamente los varietales de avena difirieron a través de los cortes (Figura 1-3). En tanto, el contenido total de nutrientes digestibles (TND) siguió un patrón idéntico a lo observado en EN_L, y por lo tanto, similar explicación puede ser aplicada al estar ambas variables altamente correlacionadas (NRC, 2001). La interacción CxT afectó ($P < 0.01$) la producción de PC, CNF y EN_L (Cuadro 1). A través de cortes la producción promedio de PC fue constante en la avena, en donde además las variedades tendieron ($P = 0.07$) a diferir a través de cortes, pero no fue así en el caso de las variedades de triticale (Figura 1-4). Con respecto a la producción de CNF y EN_L, el incremento de C1 a C4 fue significativo al ir de 0.7 a 4.0 t/ha y de 8.9 a 16.9 Gcal/ha, respectivamente. Los varietales de avena y triticale difirieron dentro de cada grupo en producción de CNF ($P < 0.01$) y ENL ($P = 0.04$) posiblemente asociado a la combinación de diferencias en RMS, contenido de CNF y del % de MS. La producción de FDN fue afectada ($P < 0.01$) únicamente por el cultivo, en donde las avenas produjeron menos FDN en comparación a los triticales (4.8 vs. 5.4 t/ha, respectivamente).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio, la calidad forrajera de varietales de avena y triticale cosechados en estados tempranos de madurez no compensó la producción de nutrientes

alcanzada en estados avanzados de madurez. El efecto fue más intensificado en el cultivo de triticale que en la avena, en donde el primero casi duplicó la producción de EN_L en estado de grano masoso comparado al embuche. Los hallazgos sugieren que si el objetivo primordial es cosechar PC y liberar la tierra más rápido para siguientes cultivos, entonces cosechar triticale en embuche podría ser una opción factible. Lo anterior pudiera estar en detrimento del RMS pero ser financieramente compensado en acortar el manejo del cultivo y ahorro de agua. No obstante, se requiere de futura investigación para identificar varietales que tengan capacidad de rebrote y permitan una segunda cosecha para acortar la brecha de RMS.

REFERENCIAS

AOAC International. 2016. Official Methods of Analysis. 20th ed. Washington, DC.

Coblentz, W. K. and R. P. Walgenbach. 2010. Fall growth, nutritive value, and estimation of total digestible nutrients for cereal-grain forages in the north-central of the U.S. J. Anim. Sci. 88:383-399.

Coblentz, W. K., M. S. Akins, K. F. Kalscheur, G. E. Brink, and J. S. Cavadini. 2018. Effects of growth stage and growing degree day accumulation on triticale forage. J. Dairy Sci. 101:8965-8985.

Khorasani, G. R., P. E. Jedel, J. H. Helm, and J. J. Kennelly. 1997. Influence of stage of maturity on yield components and chemical composition of cereal grains. Canadian J. Anim. Sci. 77(2): 259-267.

Nadeau, E. 2007. Effects of plant species, stage of maturity and additive on the feeding value of whole-crop cereal silage. J. Sci. Food Agric. 87:789-801.

NRC. 2001. Nutrient requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press., Washington, DC.

Reta-Sánchez, D. G., J. S. Serrato-Corona, H. M. Quiroga-Garza, A. Gaytán-Mascorro y U. Figueroa-Viramontes. 2017. Secuencias de cultivo alternativas para incrementar el potencial forrajero y productividad del agua. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 8(4):397-406.

Santana, O. I., G. Núñez-Hernández y A. Peña-Ramos. 2013. Eficiencia del uso del agua y calidad forrajera del tritricale y avena a diferentes estados de corte. RNIP Serie INIFAP. Boca del Rio, Ver.

Santana, O. I., J. J. Olmos-Colmenero, and M. A. Wattiaux. 2019. Replacing alfalfa hay with triticale hay has minimal effects on lactation performance and nitrogen utilization of dairy cows in a semi-arid region of Mexico. J. Dairy Sci. 102:8546-8558.

Zadoks, J.C., Chang, T.T., and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weeds Res., 14: 415. http://www.fao.org/3/x8234s/x8234s05.htm#bm05.1

INCIDENCIA DE MOSCA BLANCA EN ALGODÓN (*Gossypium spp.*) EN CONDICIONES DE INVERNADERO

INCIDENCE OF WHITE FLY ON COTTON (Gossypium spp.) IN GREENHOUSE CONDITIONS

Jorge Maltos-Buendía[1], Enrique Hernández-Leal[1], Iván Franco-Gaytán[1], Urbano Nava-Camberos[2], Daniel Alfredo Rivera-Zamarripa[3]

[1]Campo Experimental la Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, [2]Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas, [3]Universidad Juárez del Estado de Durango. E-mail: maltos.jorge@inifap.gob.mx

RESUMEN

Los algodones nativos de México representan una fuente genética muy valiosa para los programas de mejoramiento en nuestro país debido a que se pueden encontrar características específicas en dichos materiales que pueden ser transmitidas a las variedades comerciales para mejorar su rendimiento, calidad o resistencia a plagas o enfermedades. Con este propósito se establecieron 10 materiales nativos y dos variedades convencionales como testigos en condiciones de invernadero a fin de detectar la preferencia o no preferencia de la mosca blanca en dichos materiales. Se observó que los materiales nativos que presentaron menor infestación por mosca blanca fueron US-050, TOA-03, TOA-27 y GOS-16. Seguidos por el material GOS-20 y el testigo convencional NAZAS-87, siendo los mejores materiales observados en este estudio, por lo que son los más recomendables para programas de mejoramiento que busquen esta característica. Los materiales GOS-17 y TOA-09 presentaron la mayor infestación por mosca blanca durante el ciclo de cultivo, lo que los hace poco viables para su establecimiento en esta zona.

ABSTRACT

The native cottons of Mexico represent a very valuable genetic source for breeding programs in our country because specific characteristics can be found in these materials that can be transmitted to commercial varieties to improve their yield, quality or resistance to pests or diseases. For this purpose, 10 native materials and two conventional varieties were established as controls under greenhouse conditions in order to detect the preference or non-preference of the whitefly in this materials. It was observed that the native materials that

presented less infestation by whitefly were US-050, TOA-03, TOA-27 and GOS-16. They are followed by the GOS-20 material and the conventional control NAZAS-87, being the best materials observed in this study, which is why they are the most recommended for improvement programs that seek this characteristic. The GOS-17 and TOA-09 materials presented the highest infestation by whitefly during the cultivation cycle, which makes them not very viable for their establishment in this area.

INTRODUCCIÓN

México es centro de origen del algodón (*Gossypium hirsutum* L) siendo una de las especies más cultivadas a nivel mundial, por la fibra de buena calidad con la que se fabrican telas y aceite para consumo humano (Tovar et al., 2013). Los principales países productores son: China (25 %), Estados Unidos (19.9 %), India (13.1 %), Pakistán (9.8 %), Brasil (5.1 %) y Uzbekistan (4.2 %) (USDA, 2017; Bonilla-Barrientos et al., 2020). En México, los principales estados productores son Chihuahua (51.4 %), Baja California (19.2 %), Coahuila (13.4 %), Sonora (10 %), Durango (3.7 %) y Tamaulipas (2 %) (OEIDRUS, 2013), del total nacional los primeros 4 estados aportan el 94.2 % (SAGARPA, 2014).

En nuestro país, podemos encontrar 11 de las trece especies silvestres de *Gossypium* (Ulloa et al., 2006; Pérez et al., 2016), siendo una importante fuente de materia prima para la generación de nuevas variedades con características como resistencia a plagas, enfermedades, estrés hídrico, cambios climáticos, entre otros (Pérez et al., 2013).

En la Comarca Lagunera el algodón es uno de los cultivos de mayor impacto social y económico por ser fuente de divisas, además por la gran superficie dedicada para su cultivo (Pacheco, 1986). Factores como las plagas y enfermedades han sido algunos de los principales problemas que limitan la producción de algodón siendo el gusano bellotero (*Heliothis zea*, *H. Virescens*), picudo del algodonero (*Anthonomus grandis*), la conchuela (*Chlorochoa ligata* y *Nezara viridula*) (Nava, 1996) y recientemente la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* y *B. Argentifolii*) (Sánchez, 1996).

A pesar de que el cultivo es de gran importancia para México no hay estudios acerca de la resistencia o tolerancia de materiales nativos, semicultivados, cultivados que puedan ser aprovechados para la generación de nuevas variedades convencionales, por lo que se llevó a cabo este experimento con el objetivo de detectar materiales que pudieran presentar características no preferencia para esta plaga.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en el invernadero del Campo Experimental La Laguna del INIFAP en Matamoros, Coahuila durante los ciclos otoño-invierno (2019) y primavera-verano del 2020, en donde se evaluaron 12 genotipos de algodón. La siembra se realizó el 22 de octubre en charolas de poliestireno de 200 cavidades usando como sustrato Peat Moss y el trasplante se hizo a los 35 días después de la siembra en condiciones de hidroponía, en bolsas de polietileno de color negro con capacidad de 12 L rellenas con arena como sustrato, para la fertilización se realizaron aplicaciones foliares de aminoácidos, algas marinas, Bayfolan y Push incrementando la dosis de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo; en la etapa vegetativa se usó una concentración de 50 %, a partir de la floración y hasta la fructificación se incrementó al 100 % la concentración. Se realizaron dos aplicaciones del fungicida Promyl 50® a una dosis de 1 kg/ha para el control de damping off en las plántulas y de los fungicidas Captan®, Previcur® y Cupravit® como preventivos.

Diseño experimental

La población estuvo compuesta por 10 genotipos de algodón nativo y como testigo se utilizaron las variedades convencionales Nazas y Juárez (Cuadro 1), se establecieron en un diseño completamente al azar con 12 tratamientos, cinco repeticiones y cada planta fue una repetición.

Cuadro 1.- Materiales nativos y variedades convencionales utilizados.

Nombre	Tipo	Nombre	Tipo
US-050	Nativo	TOA-18	Nativo
GOS-17	Nativo	TOA-10	Nativo
GOS-16	Nativo	TOA-27	Nativo
TOA-03	Nativo	GOS-20	Nativo
GOS-27	Nativo	NAZAS 87	Variedad convencional
TOA-09	Nativo	JUAREZ 91	Variedad convencional

Para el muestreo de mosca blanca (*Bemisia spp.*) (*Hemiptera*,Aleyrodidae) se realizó el conteo total de adultos y ninfas presentes en la hoja del quinto nudo. El tamaño de muestra consistió en revisar cinco plantas de cada uno de los materiales elegidos para este estudio.

La frecuencia del muestreo fue semanal el cual se inició el 19 de enero y terminó el 12 de junio. La técnica utilizada para el conteo de adultos consistió en voltear lentamente la hoja del quinto nudo de cada planta y contabilizar todos los adultos presentes en el envés de la hoja, incluyendo a los que vuelen. Para el conteo de ninfas se utilizó una lupa de mano con aumento de 10X, y se contabilizaron todas las ninfas del cuarto instar presentes en la hoja del quinto nudo.

Se realizaron dos aplicaciones de insecticida para el control de mosca blanca, dirigido los adultos y ninfas. Los insecticidas utilizados fueron Sivanto® prime (flupyradifurone) a una dosis de 500 ml/ha, dirigido principalmente al control selectivo de adultos de mosca blanca, el regulador del crecimiento Knack® (Pyriproxifen) para el control de ninfas, utilizando una dosis de 500 ml/ha, además se utilizó el coadyuvante Break Thru® con una dosis de 0.5 ml/litro de agua. Para las aplicaciones se utilizó una aspersora de motor marca Arimitsu, aplicando un volumen de 200 litros/ha. Para el análisis estadístico de la información se utilizó el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante los primeros meses de desarrollo la población de mosca blanca fue muy baja, ya que era la época de invierno, incrementándose de manera paulatina a medida que se incrementaba la temperatura.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observó que la mosca blanca tiene preferencia por algunos materiales dentro del género *Gossypium*. Asimismo, también se observó la poca preferencia que tuvo hacia algunos de los materiales nativos, ya que algunos de ellos presentaron muy poca incidencia durante el ciclo del cultivo.

El material que fue preferido por la mosca blanca y que presentó la mayor densidad de población respecto al resto de los materiales fue GOS-17, el cual, constantemente mostró los mayores índices de población de mosca blanca, llegando a presentar mielecilla en las hojas debido a la alimentación de las ninfas. El promedio más alto registrado en este material fue de 205.4 adultos/hoja.

Otro de los materiales que presentaron una incidencia alta de mosca blanca, pero sin llegar a los niveles de GOS-17 fue TOA-09, que alcanzó un promedio de 52.4 ninfas por hoja en su nivel más alto de población, manteniendo constante presencia de mosca blanca durante el ciclo.

Los materiales nativos TOA-18, TOA-10 y GOS-27 se consideraron de preferencia media-alta para la mosca blanca debido a que este insecto estuvo de manera constante en estos

materiales en un rango de 10 a 20 moscas en promedio por hoja, mientras que el testigo convencional Juárez, se ubicó en la categoría media, ya que presentó un promedio máximo de 4.2 adultos/hoja en todo el ciclo.

Los materiales que presentaron la menor población de mosca blanca a lo largo del ciclo de cultivo fueron US-050, TOA-03, TOA-27, GOS-16 y el testigo convencional Nazas-87, con nivel de incidencia del 0.2 a 2.4 adultos/hoja en promedio durante el pico máximo de población en el invernadero (Figura 1).

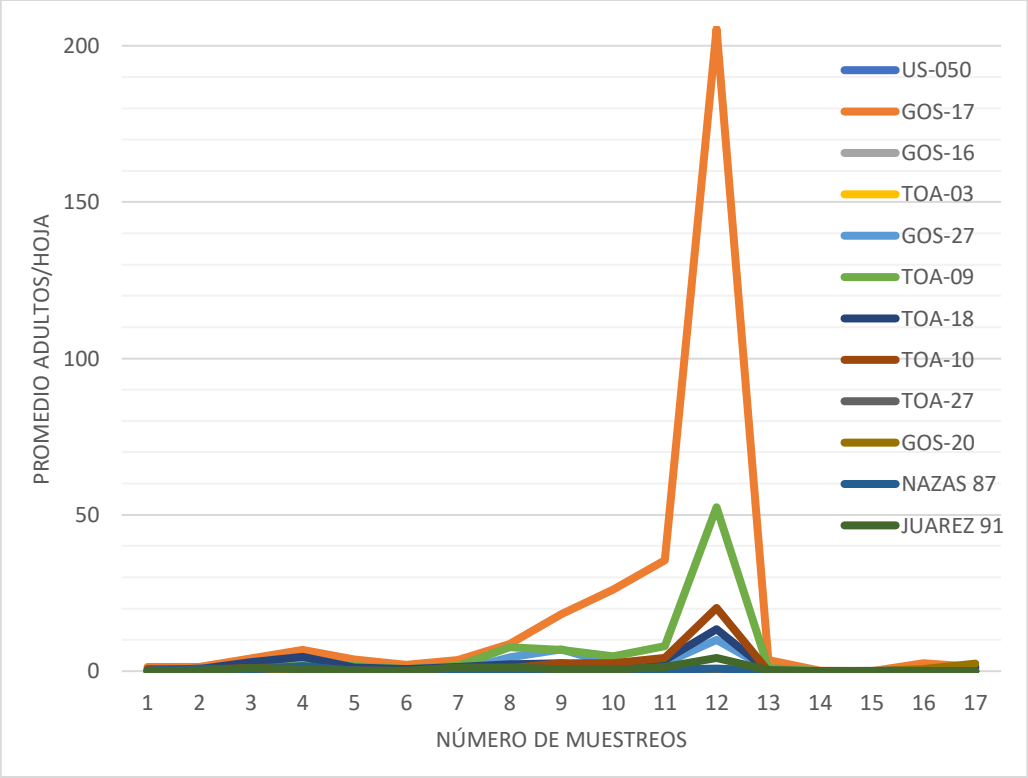


Figura 1. Incidencia de adultos de mosca blanca en algodones nativos y variedades convencionales en condiciones de invernadero.

Respecto a las ninfas, se observó mayor incidencia en los materiales TOA-18 y GOS-27 con un promedio máximo alcanzado alrededor 11 ninfas/hoja, seguido por los materiales Gos-17, el testigo convencional Juárez y TOA-9, con un rango de incidencia máximo alcanzado de 1.4 a 4.8 ninfas/hoja en promedio.

Los materiales que presentaron baja incidencia de ninfas de mosca blanca fueron US-050, GOS-20, Nazas-87, TOA-10 y TOA-27 con un rango promedio de 0.2 a 1 ninfa/hoja como valor máximo alcanzado durante el ciclo de cultivo.

Los materiales que no registraron ninguna ninfa a lo largo del ciclo de cultivo fueron GOS-16 y TOA-3 debido probablemente a la poca preferencia de la mosca blanca por estos materiales (figura 2).

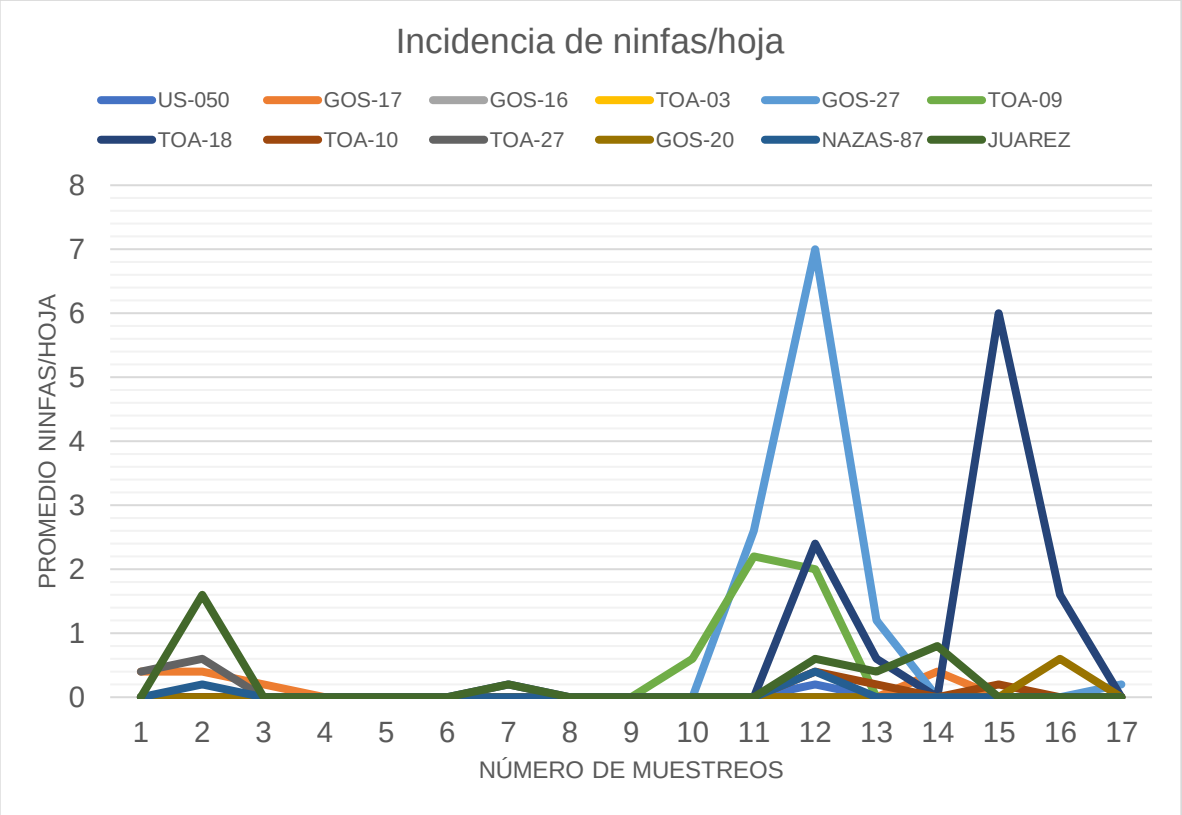


Figura 2. Incidencia de ninfas de mosca blanca en algodones nativos y variedades convencionales en condiciones de invernadero.

CONCLUSIONES

De los materiales nativos con menor infestación por mosca blanca en condiciones de invernadero fueron US-050, TOA-03, TOA-27 y GOS-16 por lo que son una buena opción para ser utilizados como padres donadores para la generación de materiales con tolerancia a esta plaga al no ser atractivos, por lo que son altamente recomendables para los programas de mejoramiento genético. Los materiales GOS-17 y TOA-09 presentaron la mayor infestación por mosca blanca durante el ciclo de cultivo, por lo que se debe de tomar en cuenta esta característica al momento de realizar cruzas para la obtención de variedades comerciales.

REFERENCIAS

Oeidrus, 2013. Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). http://www.oeidrus-sonora.gob.mx/

Nava C., U. 1996. Density-yield relationships and EIL in cotton. Biomics of Bemisia argentifolii B & P on cotton, cantaloupe, and pepper. A disertation. Texas A & M University.

Pérez, M. C., Tovar, G. M.R., Obispo G. Q., Legorreta, P. F.J. y Ruiz, C. AJ. 2016. Recursos genéticos del algodón en México: conservación ex situ, in situ y su utilización. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 7 (1): 5-16.

SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. Análisis de la Cadena de Valor en la Producción de Algodón en México. SAGARPA-FAO. México, D. F. 98 p.

Sánchez, A. J. 1996. Resultados de la problemática fitosanitaria del algodonero en la región lagunera de Coahuila y Durango. Sanidad Vegetal, Delegación Comarca Lagunera. México

Tovar G. M. R., C. Pérez M., Q. Obispo G., J. Mijangos C., M. Pedraza S., M. Flores Z., M. Madrid C., F. Aragón C., J. F. Enríquez Q., L. Tavitas F., B. Tovar G., A. D. Baez G. & J. Bonilla C. 2013. Logros de investigación en algodón nativo de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 6 p

Ulloa, M.; Stewart, J. McD.; García, E. A. C.; Godoy, S. A.; Gaytán, A. M. and Acosta, S. N. 2006. Cotton genetic resources in the western states of México: *in situ* conservation status and germplasm collection for *ex situ* preservation. Genetic Res. Crop Evol. 53:653-668.

EFECTO DE LA EROSIÓN EOLICA EN LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO EN EL NORTE DE ZACATECAS

WIND EROSION EFFECTS ON SOIL CHARACTERISTICS AT NORTH OF ZACATECAS

Miguel Nasyib Alvarado Sabag[1], Francisco Guadalupe Echavarría Cháirez[2*], Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez[2], Guillermo Medina García[2], Alfonso Serna Pérez[2]

[1]Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas. [2]Campo Experimental Zacatecas, INIFAP *echavarria.francisco@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se compararon bases de datos de análisis de suelos de 1976 y 2016 del norte del estado de Zacatecas, en ambos casos se utilizaron 300 muestras, ubicadas en la misma área. Con la información se generaron imágenes raster de cada una de los elementos químicos estudiados, que fueron nitrógeno inorgánico (NO_3), Fosforo (P_2O_5) y potasio (K) para cada una de las muestras. En cuanto a la determinación de sales, los análisis de 1976 solo incluyeron Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K) y Sodio (Na). En cambio, solo los análisis del año 2016 incluyeron aniones como el Cloro (Cl), Bicarbonatos (HCO_3) y Sulfatos (SO_4). Asimismo, los análisis de 2016 incluyeron micronutrientes como el Fierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu) y Manganeso (Mn). Además, se generó un mapa de erosión potencial del estado de Zacatecas. Las imágenes se compararon y fue posible distinguir sitios de acumulación, pérdidas y sin cambios. El área de estudio fue aquella donde coincidieron acumulaciones de arena y cambios en el pH (mayor alcalinidad) y que representa 401,907 ha. Al unirse los sitios de acumulación y pérdida se encontró un patrón de acumulación al norte y pérdidas al sur, el cual coincide con las categorías altas del mapa de erosión eólica potencial y diferentes de las de menor intensidad ($P<0.05$). Al asociar con los vientos predominantes de 1962 meses de 10 estaciones climatológicas, el 52% provino del sur. La identificación de sitios afectados por la erosión eólica tiene la intención de alertar a tomadores de decisiones y generadores de políticas públicas para dirigir la intervención tecnológica hacia los sitios donde se está afectando la productividad agrícola y pecuaria.

ABSTRACT

Soil analysis databases from 1976 and 2016 from the north of the state of Zacatecas were compared, in both cases, 300 samples were used, all of them collected from the same place. With the information, raster images were generated of each of the chemical elements studied, which were inorganic Nitrogen (NO_3), Phosphorus (P_2O_5) and potassium (K) for each of the

samples. Regarding the determination of salts, the 1976 analyzes only included Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Potassium (K) and Sodium (Na). On the other hand, the analyzes for 2016 included anions such as Chlorine (Cl), Bicarbonates (HCO3) and Sulfates (SO4). However, only the 2016 analyzes included micronutrients such as Iron (Fe), Zinc (Zn), Copper (Cu) and Manganese (Mn). In addition, a potential wind erosion map of the state of Zacatecas was generated. The images were compared and it was possible to distinguish accumulation, loss and unchanged sites. The study area was the one where accumulations of sand and changes in pH (higher alkalinity) coincided and which represents 401,907 ha. When joining the accumulation and loss sites, a pattern of accumulation to the north and losses to the south was found, which coincides with the high categories of the potential wind erosion map and different from those of less intensity ($P < 0.05$). When associating with the prevailing winds of 1962 months from 10 climatological stations, 52% came from the south. The identification of sites affected by wind erosion is intended to alert decision makers and generators of public policies to direct technological intervention towards the sites where agricultural and livestock productivity is being affected.

INTRODUCCION

Gran parte de los suelos del norte de Zacatecas fueron abiertos al cultivo hasta principios del siglo XX. Originalmente la mayoría de la superficie fue dedicada a la ganadería, siendo esta la vocación primaria de los suelos de la región. La vegetación nativa de los grandes llanos del norte de Zacatecas fue principalmente pastizal. Para 1889, Velasco (1889) reportó una superficie de 3.27 millones de ha de pastizal; para 2013, Fernández et al., (2020), reporta una superficie de 0.830 millones de hectáreas, lo que representa solo un 25% de la superficie del siglo XIX. La repartición de tierras promovida por agricultores y secundada por el gobierno Federal como respuesta a las demandas del primero, dio inicio a un cambio de uso de suelo acelerado (Echavarría y Rubio, 2020). Al comparar los cambios en el uso del suelo de 1974 a 2004 (Echavarría, 2013) delimitando áreas de acuerdo a los acuíferos localizados al norte del estado (Chupaderos, Calera, Aguanaval), se encontró que la tasa de cambio fue de 1991,950 y 578 ha $año^{-1}$) solo para agricultura de riego, sin considerar los cambios de uso de suelo hacia agricultura de temporal.

El Estado cuenta con una superficie total de 7.5 millones de hectáreas, de esa superficie solo el 17% se aprovecha para uso agrícola. Se estima que 1.3 millones de hectáreas en promedio se cultivan anualmente; de estas, 130 mil se cultivan bajo el sistema de riego y 1 millón 120 mil se siembran bajo condiciones de temporal (Echavarría *et al*,2009) el cual se caracteriza por su distribución errática e insuficiencia para cubrir las necesidades de los cultivos. El norte

del estado reúne a los municipios de mayor productividad y actividad agropecuaria, lugar donde se localiza la mayor área compacta de producción de cultivos de temporal.

Los cambios en las características y propiedades del suelo como la textura y el pH del suelo se producen a muy largo plazo, comúnmente, cuando estos cambios se presentan, son consecuencia de la contaminación o por acumulación debida a agentes externos, como es la erosión eólica. Los procesos de arrastre, saltamiento y flotación de partículas, provocado por la acción del viento, produce un traslado de partículas del suelo, lo que conduce a una pérdida y acumulación de materiales. Los efectos que estos cambios de partículas de suelo producen sobre el suelo donde se pierden o acumulan afectan el comportamiento de los cultivos o vegetación nativa en el lugar en se realiza la explotación agrícola. El objetivo de presente estudio fue el de detectar los cambios en características del suelo e identificar los sitios afectados por la erosión eólica presente en el área estudiada, con la intención de alertar a tomadores de decisiones y generadores de políticas públicas para dirigir la intervención tecnológica hacia los sitios donde se está afectando la productividad agrícola y pecuaria.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Zacatecas, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIFAP). La información de suelos proviene de estudios realizados por CETENAL en 1976 en el estado de Zacatecas y muestreos realizados en 2016 por el INIFAP. En ambos casos la muestra utilizada fue de 300 muestras distribuidas en los municipios de Fresnillo, Sombrerete, Saín Alto, Rio Grande, Nieves, Juan Aldama, Calera y Villa de Cos, todos localizados al Norte del estado de Zacatecas. Cada sitio de muestreo fue georeferenciado y los análisis de la información se realizaron en laboratorios de suelos de ambas instituciones en 1976 y en 2016. El análisis incluyo diversas propiedades tanto físicas como químicas como: textura, densidad aparente, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica, así como los macronutrientes primarios, nitrógeno inorgánico (NO_3), Fosforo (P_2O_5) y potasio (K) para cada una de las muestras. En cuanto a la determinación de sales, los análisis de 1976 solo incluyeron Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K) y Sodio (Na). En cambio, los análisis del año 2016 incluyeron aniones como el Cloro (Cl), Bicarbonatos (HCO_3) y Sulfatos (SO_4). Asimismo, los análisis de 2016 incluyeron micronutrientes como el Fierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu) y Manganeso (Mn). Con la información se generaron imágenes raster de cada una de las determinaciones, generando modelos geoestadísticos (Isaac and Srivastava,1989) e interpolaciones por medio del programa IDRISI (Eastman). Con el mismo programa se

hicieron comparaciones entre imágenes de 1976 y 2016 por medio de tabulación cruzada y así poder detectar los cambios, tanto pérdidas como acumulaciones y las superficies afectadas. Para estimar la erosión eólica potencial se utilizó el modelo desarrollado por Woodruff y Siddoway (1965). Se trata de un modelo relativo a la erosión que se presenta en Garden, Kansas, EUA y fue diseñado exclusivamente para predecir erosión eólica en áreas agrícolas. El modelo se expresa de la siguiente manera:

$$E = f(I', K', C', L', V') \qquad \text{(Ec. 1)}$$

Donde:

I' = Erosionabilidad del suelo (t ha^{-1} $año^{-1}$)

K'= Rugosidad del suelo (adimensional)

C'= Factor climático (%)

L' = Longitud equivalente del terreno (m)

V' = Cantidad equivalente de cubierta vegetal (t ha^{-1})

La relación entre los factores de la ecuación no se expresa como una función de las cinco variables independientes, por lo que la ecuación es resuelta en cinco pasos independientes, donde los dos últimos involucran soluciones gráficas; en cada paso se evalúa el efecto de una variable adicional. Mayor detalle de la solución de la ecuación en Figueroa, (1991), Echavarría, (2009). Los datos del viento utilizados provinieron de 38 estaciones de la Red de Monitoreo Agroclimático del estado de Zacatecas del INIFAP; se obtuvieron valores promedio mensuales y anuales los cuales se asociaron a las coordenadas geográficas de las 38 estaciones involucradas, lo que permitió su interpolación por medio de geoestadística. Dado que los datos de viento de las 38 estaciones climatológicas se obtienen en Km hr^{-1}, fue necesario transformar a m seg^{-1}. Finalmente, Las áreas compactas de acumulaciones o pérdidas fueron superpuestas sobre el mapa de erosión eólica potencial (overlay) para conocer la intensidad de erosión eólica que las afecta principalmente. Se compararon las clases de erosión de cada condición por medio de un análisis de chi cuadrada, con el cual fue posible comprobar si la superficie donde coincide la erosión eólica y las pérdidas o acumulaciones de nutrimentos era significativamente diferente. Los datos se analizaron por medio del programa SAS (SAS, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se encontraron cambios en diferentes en diferentes indicadores como el ph de suelo, cuya superficie de valores alcalinos se incrementó con respecto a la superficie medida en 1976. Un segundo indicador que se modificó es la superficie con mayor contenido de arena, la cual se

incrementó. Al unir las superficies que coincidieron con pH alcalino y alto contenido de arena, se encontró que la superficie modificada es de 401,907 ha, la cual se usó como referencia para todo el estudio. Los municipios que incluyen esa superficie son los de Juan Aldama, Fresnillo, Rio Grande y Cañitas. Utilizando como referencia la superficie donde se presentaron los cambios ya referidos, se observaron las diferencias en otros indicadores, como son el contenido de materia orgánica del suelo, que presentó pérdidas en un 58% de la superficie. La reducida acumulación podría explicarse como consecuencia de las escasas incorporaciones de material orgánico por actividades agrícolas, continua mineralización y prácticas de laboreo en meses de intenso viento en invierno. La disminución en el contenido de materia orgánica es un proceso generalizado y continuo que se presenta en todo el estado y se conoce como degradación biológica (Echavarría, et al, 2009). Se presentó una disminución de calcio en el 98% de la superficie de referencia, lo que no ayuda a explicar el incremento en el pH del suelo. Respecto al contenido de Sodio, se observó una acumulación en el 27%, una pérdida en el 35% y sin cambios en el 37%. El Potasio se perdió en el 59% y se mantuvo sin cambios en el 40%, por último, el magnesio sin cambios en el 51% y perdidas en el 49%. Otros aniones y microelementos no pudieron ser comparados, debido a que no fueron evaluados en 1976. Sobresale el contenido de bicarbonatos, con 2-4 me l^{-1} en el 83% de la superficie, de 0-4 me l^{-1} de cloro en el 50% de la superficie, de 0-2 me l^{-1} en el 77%, de 0-4 mg kg^{-1} de Zinc en el 99%, de 0-4 mg kg^{-1} de Fierro en el 90% y de 0-1 mg kg^{-1} de Cobre en el 99%, así como de 0-4 mg kg^{-1} en el 91% de Manganeso. La baja disponibilidad de los cuatro microelementos mencionados se asocian a suelos con pH alcalino. Al reunir los sitios de pérdidas y acumulaciones en un mapa y sobreponerlo al mapa de erosión eólica potencial (Figura 1), se identificaron la relación entre intensidades de erosión y áreas de acumulación o pérdida (Cuadro 1). La suma de pérdidas y acumulaciones representa el 92.6% de la superficie de referencia. Se identificó un patrón de pérdidas en el sur y un área de acumulación en el norte, lo que hizo necesario relacionar con el patrón de vientos dominante. Para determinar el viento dominante y la dirección promedio mensual, se utilizaron los datos de diez estaciones climatológicas automatizadas (10/38), las cuales pertenecen a la red climatológica del INIFAP-Zacatecas y que se ubican al norte del Estado y que están dentro y alrededor del área de mayor intensidad de erosión eólica potencial. Se utilizaron los datos de viento predominante mensual de 1962 meses, es decir, datos históricos de diez estaciones desde 2003 a 2019 (con pequeñas diferencias en el año de inicio en funciones), cuyo resumen se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Superficies asociadas a valores de erosión eólica (ton ha^{-1}) en áreas de acumulación o pérdida de cationes del suelo.

EROSIÓN EÓLICA EN ÁREA DE ACUMULACIÓN		
CLASE	SUPERFICIE (ha)	EROSION EOLICA (ton/ha)
1	209.27587	0 - 2
2	308.52085	2 - 4
3	4097.5049	4 - 8
4	33385.702	8 - 16
5	66823.93	16 - 32
6	5782.1535	32 - 64
7	408.97283	> 64
TOTAL	111016.06	

EROSIÓN EÓLICA EN ÁREA DE PÉRDIDA		
CLASE	SUPERFICIE (ha)	EROSION EOLICA (ton/ha)
1	1524.53387	0 - 2
2	7312.09448	2 - 4
3	31817.2802	4 - 8
4	152551.456	8 - 16
5	81036.515	16 - 32
6	373.755525	32 - 64
7	428.276316	> 64
TOTAL	275043.911	

Al agruparlos y compararlos mediante una prueba de chi cuadrada, se encontraron diferencias ($P>0.05$) entre las direcciones predominantes, siendo las más común la dirección suroeste (SO) (Cuadro 28). Sin embargo, al agruparse, la frecuencia de SO, SSO, S y OSO, el número de meses aumenta a 1028 ($P>0.05$), lo que representa el 52% del total de los meses en que se ha llevado registro de velocidad y dirección de viento de las diez estaciones seleccionadas.

En segundo lugar, se aprecia en el mismo Cuadro 28, que los vientos predominantes provienen del Este (Océano Pacifico) en un 34% de los meses estudiados. Sumando ambas direcciones se observa que el viento que predomina en el estado de Zacatecas en un 86% de los casos es del Sur o el Oeste, siendo el predominante el Suroeste. Además, al organizar por número de meses con la misma dirección predominante, en las diez estaciones seleccionadas, nos muestra que en ocho meses (de octubre a mayo) el viento predominante es con dirección SO y solo de junio a agosto el viento predominante proviene del ESE y en el mes de septiembre, el viento que predomina proviene del E.

Esto permite asegurar que existen vientos dominantes que inducen una erosión eólica que ha generado pérdidas en la parte sur del área de estudio y tales partículas de suelo removidas se han depositado al norte del área identificada como de una acumulación de arena y cambio de pH.

Figura 1. Mapa de erosión eólica potencial del estado de Zacatecas (izq.) y mapas de pérdida de cationes (der-sup.) y acumulación (der-inf.) asociado a clases de erosión eólica

Cuadro 2. Dirección de vientos dominantes de diez estaciones pertenecientes a la red agro climatológica del INIFAP-Zacatecas, del 2003 al 2019.

DIRECCIÓN PREDOMINANTE	FRECUENCIA MENSUAL	AGRUPACIÓN	FRECUENCIA MENSUAL
N	185	N	245
NNE	6	N	
NE	14	N	
ENE	40	N	
E	203	E	667
ESE	265	E	
SE	161	E	
SSE	38	E	
S	164	S	1028
SSO	305	S	
SO	436	S	
OSO	123	S	
O	18	O	22
ONO	2	O	
NO	1	O	
NNO	1	O	
TOTAL	1962		1962

CONCLUSIONES

La mayor intensidad de la erosión eólica se observa en el norte del estado de Zacatecas y ésta ha producido cambios en características de los suelos de esa región. Ésta coincide con vientos predominantes de sur a norte. Existe un patrón de pérdidas y acumulaciones de sur a norte del Estado, lo que se observa como acumulación de arena y modificaciones en el pH del suelo. La actividad agrícola y prácticas mecánicas contribuyen a incrementar el efecto negativo de la erosión eólica. La identificación de áreas puede ayudar a definir planes y políticas públicas de intervención tecnológica.

REFERENCIAS

Eastman R.J. (2012). Idrisi Selva. Guía para SIG y procesamiento de imágenes. Manual versión 17. Clark University. 321pp.

Echavarría C, F.G., G. Medina G., A. Rumayor R., A. Serna P., H. Salinas G., J.G. Bustamante W. 2009. Diagnóstico de los recursos naturales para la planeación de la intervención Tecnológica y el ordenamiento ecológico. INIFAP. CIRNOC. CEZAC. Libro Técnico Nº 10. Calera, Zacatecas, México. Pp 186.

Echavarría C., F.G. Recurso suelo; clasificación, uso, degradación y disponibilidad. EN: Mojarro D., F., B. De León M., H.E. Junes F., C.F. Bautista C. 2013. Agua Subterránea en Zacatecas. Diagnóstico y gestión sustentable de seis acuíferos. Pp 243—259. Universidad Autónoma de Zacatecas.

Echavarría C., F.G., F.A. Rubio A. 2020. Deterioro de los pastizales por agricultura y ganadería. En: La biodiversidad en Zacatecas. Estudio de Estado. CONABIO, México. Pp 407-411

Fernández C., F., D. Hernández R. 2020. Ecosistemas terrestres. En: La biodiversidad en Zacatecas. Estudio de Estado. CONABIO, México, pp 110-124.

Figueroa S., B., A. Amante O., H.G. Cortés T., J. Pimentel L., E.S. Osuna C., J.M. Rodríguez O., F.J. Morales F. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. SARH Colegio de postgraduados. México, D.F. 150 pp.

Isaaks EH, Srivastava RM.1989. Applied geostatistics. Oxford University Press. New York. 561 pp.

SAS Institute Inc. 2012. SAS software 9.3. SAS Institute. Cary, NC. USA.

Velasco, A.L. 1889. Geografía y estadística del Estado de Zacatecas. Oficina Tipográfica de la Secretaria de Fomento. México, D.F. 324 pp.

Woodruff, N.P., F.H. Siddoway. 1965. A wind erosion equation. J. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 29(5):602-608.

EVALUACIÒN DE LA SEVERIDAD DE ROYA LINEAL AMARILLA EN GENOTIPOS DE TRIGO EN TRES LOCALIDADES DEL NORTE DE SINALOA

EVALUATION OF THE SEVERITY OF THE YELOW RUST IN WHEAT GENOTYPES IN THREE LOCALITIES IN THE NORTH OF SINALOA

García-León, Elizabeth[1*]; Rodríguez-García, Maria Florencia[2]; Llaven-Valencia, Genny[1]; Calderòn-Garcìa, Luis Alberto[3] y Villaseñor-Mir, Hector Eduardo[2]

[1]Campo Experimental Valle del Fuerte-INIFAP, Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa. [2]Campo Experimental Valle de México-INIFAP, Texcoco, Edo. de México. [3]Maestria en Fitopatologìa y Medio ambiente. Universidad Autonoma de Occidente Unidad Los Mochis, Ahome, Sinaloa. *Autor principal: garcia.elizabeth@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se sembraron treinta y tres genotipos de trigo (*Triticum* spp.) con el objetivo de evaluar en campo la severidad de daño por la roya lineal amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) en tres localidades productoras de este cereal en el Norte de Sinaloa (Juan Jose Ríos, Poblado 5 y Jahuara). Las variedades de trigo cristalino Rio bravo C2018 y Conasist C2015 de reciente liberación, mostraron resistencia en la localidad de Juan José Ríos, al igual que la variedad de trigo harinero Borlaug 100 F2014 mostraron un nivel máximo del 30% de severidad, pero con el tipo de reacción moderadamente resistentes, son recomendables para su siembra en esta localidad. Este es el primer estudio de severidad por roya lineal amarilla en esta zona de producción triguera.

ABSTRACT

Thirty-three genotypes of wheat (*Triticum* spp.) were sown with the objective of evaluating in the field the severity of damage caused by yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) in three locations producing this cereal in North of Sinaloa. (Juan Jose Ríos, Poblado 5 and Jahuara). The recently released Rio bravo C2018 and Conasist C2015 varieties of crystalline wheat showed resistance in the locality of Juan José Ríos, like the bread wheat variety Borlaug 100 F2014 showed a maximum level of 30% of severity, but with the type Reaction moderately resistant, they are recommended for planting in this locality. This is the first study of yellow rust severity in this area of wheat production.

INTRODUCCIÓN

El trigo es uno de los cultivos de mayor importancia a nivel mundial. En México la principal zona productora bajo condiciones de riego es el Noroeste, el cual incluye a los estados de Sonora, Sinaloa y Baja California. En dichas zonas se presentan diversas condiciones de

humedad, temperatura y precipitación, lo que propicia la presencia de enfermedades, además del constante monocultivo de ésta especie (Marasas *et al*., 2004). Las enfermedades fungosas como las royas demeritan la calidad física e industrial del grano de trigo (Rajaram and Campos, 1974; Huerta-Espino *et al*., 2011).

La roya lineal es actualmente la enfermedad más importante en el cultivo del trigo y puede llegar a ser tan destructiva como la del tallo (Milus *et al*., 2009; Huerta-Espino *et al*., 2013). En la zona triguera del Norte de Sinaloa, no se consideraba una enfermedad seria, sin embargo recientemente han surgido nuevas razas de roya con un periodo de latencia más corto, además de que en ciclos recientes se presenta desde etapas tempranas (CESAVESIN, 2019).

Los signos de *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* en campo se observan como pústulas pequeñas de color amarillo brillante dispuestos sobre la lámina foliar casi asemejando estrías a lo largo de las nervaduras (Roelfs *et al*.,1992). Se han reportado más de 39 razas fisiológicas de roya amarilla en México (Rodriguez-Garcia *et al.,* 2010), y durante el ciclo PV-2014, 10 razas nuevas fueron identificadas que vencieron la resistencia de variedades importantes en las regiones productoras del centro del país (Garcia-Leòn *et al*., 2015). Durante los ciclos O-I/2018-19 y O-I/2019-2020 en el Valle del Carrizo y Valle del Fuerte se identificaron focos de infección de roya lineal en algunos lotes establecidos en fechas de siembra de octubre-noviembre, y se incrementó su incidencia en fechas tardías de diciembre-enero. El uso de variedades resistentes fue crucial en el manejo de la enfermedad, sin embargo algunas parcelas donde se sembraron variedades con moderada y baja resistencia se requirió la aplicación de fungicidas para minimizar las pérdidas, lo cual en ese caso elevó los costos de producción en un 20%.

La resistencia genetica es una de las alternativas de manejo sustentable mas adecuada y viable para el control de las royas en Mexico, por ello la importancia del monitoreo las mismas, lo cual surge como una estrategia clave para identificar las razas que inciden en la zona. Pos ello es clave establecer evaluaciones constantes del catalogo varietal y las fuentes de resistencia de trigo disponible para el programa de mejoramiento genético de trigo nacional. Por lo anterior el objetivo sera evaluar la severidad de la roya amarilla en variedades comerciales y vivero trampa en tres localidades del Norte de Sinaloa.

MATERIALES Y METODOS

Se sembraron 33 genotipos en dos surcos de un metro en tres localidades, que constituyeron el vivero trampa. Los ensayos se establecieron en el ciclo otoño-invierno 2019-2020 en las localidades de Juan Josè Rìos, Poblado 5 y Jahuara, Sinaloa. Para lograr una alta incidencia de la enfermedad, se sembró el genotipo susceptible Morocco en bordos con doble surco en la periferia, las cuales actuaron como fuente dispersante de inóculo. Las condiciones de temperatura oscilaron entre 10 y 20°C y humedad (mayor a 80%) las cuales fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Las evaluaciones se iniciaron a los 40 dias para roya amarilla la cual de acuerdo a las condiciones climatologicas (humedad y tempertura) se presento de manera temprana en las localidades de Jahuara y Poblado 5 del Valle del Carrizo. La primera toma de datos se realizó una vez que el susceptible alcanzò de 90 a 100% de severidad en la hoja bandera. Se utilizó la escala de planta adulta modificada de Cobb (Peterson *et al*., 1948) y se registraron tres lecturas en cada localidad. Con los datos de severidad se compararon los niveles de resistencia de cada variedad analizando los porcentajes en cada localidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

De los treinta y tres genotipos evaluados, en las gráficas 1 y 2 se indican los que mostraron buenos niveles de resistencia según la escala de severidad, y en contraste los genotipos que mostraron niveles altos de severidad a todas las razas presentes en las zonas productoras de trigo del Norte de Sinaloa. En la localidad de Juan José Ríos, los genotipos de trigo Borlaug 100 F2014, *Yr35*, *Yr28*, Trident, Opata, Seri, *Yr17*, *Yr1*, Siete c, Tatara, *Yr51*, Huites y Quaiu mostraron niveles de severidad del 2 al 10% comparado con el susceptible Morocco que según la escala alcanzo el nivel maximo de severidad del 100%.

Para la localidad de Jahuara solo los genotipos que poseen el gen *Yr28*, atred y el susceptible Morocco fueron los que mostraron porcentajes de severidad de 20, 40 y 100% respectivamente. Los treinta genotipos restantes no rebasaron el 20% de severidad.

En el poblado 5 las variedades Conasist C2015, Fuertemayo F2016, Cirno C2008 y Banamichi C2004 se comportaron como susceptibles en esta localidad, con niveles de 60 al 100% de severidad. Con esto podemos afirmar que en ese poblado están incidiendo otras razas que no se presentan en la localidad de Jahuara a pesar de su cercanía, o puede ser que se encuentren pero por las condiciones climáticas tan contrastantes no se expresan.

Las variedades de trigo cristalino Rio bravo C2018 y Conasist C2015 de reciente liberación, mostraron resistencia en la localidad de Juan José Ríos, al igual que la variedad de trigo harinero Borlaug 100 F2014 mostraron un nivel máximo del 30% de severidad, pero con el tipo de reacción moderadamente resistentes, son recomendables para su siembra en esta localidad.

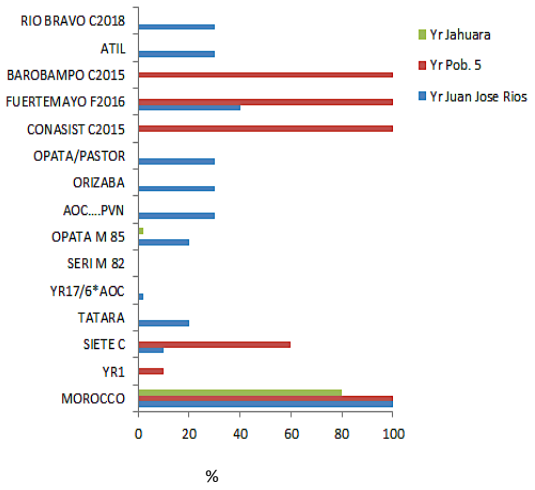


Figura 1. Severidad en (%) de roya amarilla en genotipos de trigo en tres localidades del Norte de Sinaloa, ciclo

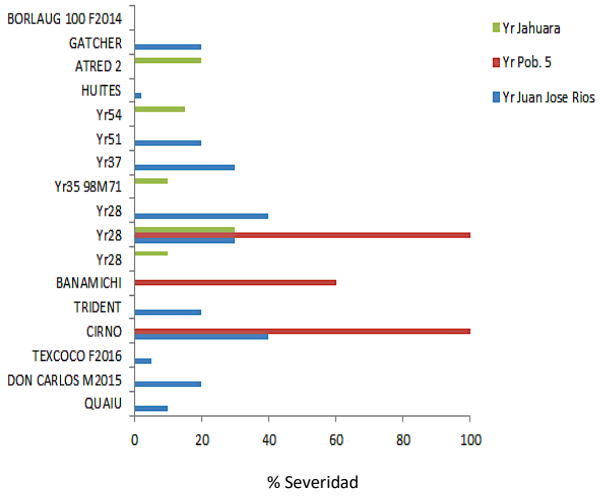


Figura 2. Severidad en (%) de roya amarilla en genotipos de trigo en tres localidades del Norte de Sinaloa, ciclo

En estudios realizados por Villaseñor y Espitia (2000), en los programas de fitomejoramiento de trigo se deben considerar los factores bioticos como las enfermedades para poder recomendar una variedad apta para las regiones productoras de èste cereal. Variedades de reciente liberacion como Borlaug 100 F2014 y Noreste F2016 basan su resistencia en genes de resistencia durable, que porporcionan proteccion a un amplio numero de aislamientos de royas (Singh *et al*., 2001).

CONCLUSIONES

Es la primer evaluación de la severidad de la infeccion de la roya lineal amarilla en genotipos de trigo en la zona Norte de Sinaloa. Los datos derivados de la evaluacion aportan conocimiento cientifico basico para la toma de desiciones al momento de seleccionar las variedades adecuadas para siembra en esta zona de produccion, ademas de contribuir al programa de mejoramiento genetico nacional de trigo de riego. Las principales variedades sembradas de trigo harinero como Bourlaug 100 F2014, Bacorehuis F2015, Noreste F2018

se comportaron como resistentes y moderadamente resistentes a la roya amarila y variedades como Onavas F2009 y Tacupeto F2001, son suceptibles a la roya amarilla del trigo. Por lo anterior es importante monitorear cada ciclo la incidencia de enfermedades y severidad de éstas, además de colectar, y caracterizar las razas fisiológicas de royas, asimismo evaluar en más sitios las variedades comerciales por su resistencia, para identificar las más adecuadas para siembra en el Valle del Fuerte y Valle del Carrizo, donde se concentra más del 50 % de la producción en el estado.

REFERENCIAS

CESAVESIN. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Sinaloa. 2019. Consultado en línea: http://www.cesavesin.org.mx/cms/.

García-Leon, E., Huerta, E.J., Villaseñor, M. H. E., Rodríguez, G. M. F. y Bárcenas, S. D. 2015. Nuevas razas de roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) en variedades comerciales de trigo harinero en los Valles Altos de México. In: Memoria de resúmenes del XVII Congreso Internacional y XLII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Del 19 al 23 de julio 2015. Ciudad de México. 172 p.

Huerta-Espino, J., R.P. Singh, S. German, B.D. McCallum, R.F. Park, W.Q. Chen, S.C. Bhardwaj, and H. Goyeau, 2011. Global status of wheat leaf rust caused by Puccinia triticina. Euphytica 179:143-160

Huerta-Espino, J.; Singh, R. P., and Roelfs, A. P. 2013. Rusts fungi of wheat. In: Misra, J. K.; Tewari, J. P.; Deshmukh, S. K., and Vágvölgyi, C. (Eds.). Fungi from different substrates. CRC Press, USA. Taylor & Francis Group. 350 p.

Milus, E.A., Kristensen, K., and Hovmoller, M.S. 2009. Evidence for increased aggressiveness in recent widespread starin of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* causing stripe rust of wheat. Phytopathology 98: s107.

Marasas C. N., M. Smale and R. P. Singh. 2004. The Economic Impact in Developing Countries of Leaf Rust Resistance Breeding in CIMMYT-Related Spring Bread Wheat. Economics Program México, Paper 04-01. D.F., CIMMYT. 34 p.

Peterson, RF, Campbell AB and Hannah AE. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stems of cereals. Canadian Journal of Research Section C 26, 496-500.

Rajaram, S., and A. Campos. 1974. Epidemiology of wheat rust in the Western Hemisphere. CIMMYT. Res. Bull. 27: 1–27.

Rodríguez-Garcia, M. F., J. Huerta E, H. E. Villaseñor M., Sandoval I. J. S. y Singh R. 2010. Analisis de la virulencia de la roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) del trigo (*Triticum aestivum* L.) en los Valles Altos de México. Agrociencia 44: 491-502.

Roelfs, A. P., P. R. Singh y E. E. Saari. 1992. Las royas del trigo. Conceptos y métodos para el manejo de estas enfermedades. México, D.F.: CIMMYT. 81p.

Singh, R. P., J. Huerta–Espino, y M. William. 2001. Resistencia durable a roya de la hoja y roya amarilla: genética y mejoramiento en el CIMMYT. *In:* Seminario Internacional: Estrategias y metodologías utilizadas en el mejoramiento de trigo. INIA CIMMYT. INIA La Estanzuela, Colonia Uruguay. pp: 80.

Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. 2000. Características de las áreas productoras de trigo de temporal: problemática y condiciones de producción. Importancia del trigo In: Villaseñor, M. H. E.; y Espitia, R. E. 2000. El trigo de temporal en México. INIFAP-CIR-CENTRO. Libro técnico. Núm. 1. Pp. 85-98.

EVALUACIÓN DE SOBREVIVENCIA DE HÍBRIDOS INTRAESPECÍFICOS Y AUTOFECUNDADO DE VAINILLA (*Vanilla planifolia* G. Jackson)

SURVIVAL ASSESSMENT OF INTRA-SPECIFIC AND SELF-FERTILIZATION VANILLA HYBRIDS (*Vanilla planifolia* G. Jackson)

Franco-Gaytán, Iván [1]; Maltos-Buendía, Jorge [1]; Maciel-Torres, Sandra Patricia [2]; Hernández-Leal, Enrique [1]* y Ramos-Cruz, Carlos Miguel [2]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna, Matamoros, Coahuila, México. CP. 27440. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental General Terán, Nuevo León, México C.P. 67400. Autor para correspondencia: *hernandez.enrique@inifap.gob.mx

RESUMEN

Un programa de mejoramiento genético de vainilla (*Vanilla planifolia* G. Jackson) por hibridación, necesita de un proceso de germinación de semillas *in vitro* para obtener vitroplantas, aclimatarlas y finalmente establecerlas en su lugar definitivo. Con el propósito de conocer el porcentaje de sobrevivencia para seleccionar las cruzas con mejores características agronómicas favorables, en el municipio de Tenampulco, Puebla se establecieron 15 cruzas intraespecíficas y una autofecundación entre clones de *Vanilla planifolia* G. Jackson. Se observó que el comportamiento de las cruzas fue muy diferenciado, pues ninguna planta de las cruzas CR10 y CR11 sobrevivió en campo; en contraparte las cruzas CR1, CR2 y CR3 presentaron el mayor porcentaje de sobrevivencia (83.3). Esto se pudo deber a efectos favorables de una excelente combinación genética de la accesión 21 con otras plantas, aunado a respuestas favorables de los genotipos, a la aclimatación previa a su establecimiento en campo, por lo que podemos concluir que la variabilidad genética entre y dentro de las accesiones es muy reducido, por lo que es necesario realizar más cruzas entre diferentes especies para incrementar la variabilidad.

ABSTRACT

A genetic improvement program for vanilla (Vanilla planifolia G. Jackson) by hybridization requires an in vitro seed germination process to obtain vitroplants, acclimatize them and finally establish them in their final place. With the purpose of knowing the survival percentage to select the crosses with the best favorable agronomic characteristics, in the municipality of Tenampulco, Puebla, 15 intraspecific crosses and one self-fertilization among Vanilla planifolia G. Jackson clones were established. The behavior of the crosses was very different, since no plant of the CR10 and CR11 crosses survived in the field; In contrast, crosses CR1, CR2 and

CR3 presented the highest survival percentage (83.3). This could be due to the favorable effects of an excellent genetic combination of accession 21 with other plants, coupled with favorable responses of genotypes, acclimatization prior to their establishment in the field, so we can conclude that genetic variability between and within accession is very small, so it is necessary to make more crosses between different species to increase variability.

INTRODUCCIÓN

México no cuenta con variedades mejoradas de vainilla (*Vanilla planifolia* G. Jackson), y las que siempre han cultivado los productores son materiales nativos de diferentes tipos de *V. planifolia*, que sus antepasados han seleccionado de generación en generación (Curtí, 1995) Esta es una de las principales razones por la cual existe poca diversidad genética en las plantaciones de vainilla de nuestro país (Besse *et al*., 2004); además, el modo de reproducción comercial (asexual) que ha tenido, la polinización artificial, y la casi nula germinación natural que tienen sus semillas (Flores *et al*., 2017), han provocado que no se presente variación genética entre y dentro de individuos (Divakaran *et al*., 2006).

Sin embargo, *V. planifolia* al ser originaria de México tiene una amplia diversidad dentro de la especie en comparación con lugares en donde se introdujo. Por ello se pueden encontrar diferentes clones de *V. planifolia* con características sobresalientes, en rendimiento, tolerancia a factores bióticos y abióticos, y con una alta calidad y cantidad de vainillina; por eso esta especie es la más importante a nivel mundial. Para que un programa de mejoramiento genético tenga éxito es necesario seleccionar clones o especies con características deseables y esto depende de la variabilidad genética con que se disponga para el carácter o caracteres de interés. Al utilizar una herramienta como la hibridación inter o intraespecífica con V. *planifolia,* V. *pompona,* V. *odorata* y V. *phaeanta* es posible incrementar la base genética en poblaciones con limitada variabilidad (Menchaca *et al*., 2011).

Un trabajo reciente en México para incrementar la variabilidad genética en esta especie fue el que realizaron Hernández-Leal *et al*. (2016), al obtener 22 cruzas con los mejores clones de *V. planifolia* del banco de germoplasma de vainilla de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y así comenzar el primer programa de mejoramiento genético.

Actualmente no existe ningún estudio en nuestro país sobre el mejoramiento genético en vainilla. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el porcentaje de sobrevivencia de 15 cruzas intraespecíficas y una autofecundación de *Vanilla planifolia* G. Jackson para seleccionar la(s) planta(s) sobresalientes con las mejores características agronómicas y

comportamiento agronómico en campo, así como determinar diversidad genética que se generó mediante cruzas intraespecíficas de germoplasma mexicano de *Vanilla planifolia*, de interés para el fitomejorador y el productor.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la localidad de Caracoles, Municipio de Tenampulco, Puebla, cuyas coordenadas son 20° 14' 54" N y 97° 30' 00" O y se encuentra a una altitud de 210 msnm (INEGI 2006). Previo al establecimiento y evaluación del material genético, en mayo del 2015 se sembraron 66 tutores de Cocuite (*Gliricidium sepium*) de aproximadamente 2.60 m de altura; se distribuyeron a una distancia de 1.5 m entre tutores y 2.5 m entre pasillos. Para evitar quemaduras por el sol se usó una malla sombra al 80%. Las 15 cruzas intraespecíficas y la autofecundación de *Vanilla planifolia* G. Jackson (Cuadro 1) se trasplantaron en agosto del mismo año. Por cada cruza se utilizaron 15 planta Se utilizó aproximadamente 1 kg de Bocashi como base para cubrir las raíces de la planta y evitar su deshidratación; posteriormente se amarraron las plantas al tutor con rafia. Las labores de cultivo (control de plagas, enfermedades, riego, etc.) se realizaron de acuerdo con las recomendaciones del productor. Para determinar el porcentaje de sobrevivencia se contabilizó el número de plantas que sobrevivieron de cada cruza una vez al mes durante 16 meses.

Cuadro 1. Cruzas intraespecíficas y una autofecundación de vainilla utilizadas para evaluar su desempeño agronómico en campo

LÍNEA (♀)	LÍNEA (♂)	CRUZA	CÓDIGO	Especie
21	41	21X41	CR1	*V. planifolia clon*
21	28	21X28	CR2	*V. planifolia clon*
21	124	21X124	CR3	*V. planifolia clon*
28	39	28X39	CR4	*V. planifolia clon*
35	20	35X20	CR5	*V. planifolia clon*
36	69	36X69	CR6	*V. planifolia clon*
39	196	39X196	CR7	*V. planifolia clon*

71	2	71X2	CR8	*V. planifolia clon*
71	112	71X112	CR9	*V. planifolia clon*
111	2	111X2	CR10	*V. planifolia clon*
111	39	111X39	CR11	*V. planifolia clon*
124	21	124X21	CR12	*V. planifolia clon*
124	111	124X111	CR13	*V. planifolia clon*
195	16	195X16	CR14	*V. planifolia clon*
195	20	195x20	CR15	*V. planifolia clon*
27	27	27x27	AF	*V. planifolia clon*

CR: cruza; AF: autofecundación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que el porcentaje de sobrevivencia fue muy amplio, pues las cruzas CR10 y CR11 fueron las que presentaron el valor más bajo de sobrevivencia, ya que ninguna planta sobrevivió debido a que estas no se aclimataron a las condiciones de la región (Figura 1). Al respecto Begon *et al*., (1999) señalan que la aclimatación se distingue de la adaptación porque la primera está determinada genéticamente por un proceso de selección, además las plantas que se obtienen de manera tradicional presentan un comportamiento diferente en condiciones de campo comparadas con plantas obtenidas *in vitro*, debido a que estas sufren cambios morfológicos y fisiológicos que ocasionan una pérdida importante de plantas en campo (Díaz *et al*., 2004). Cabe mencionar que las principales limitantes del cultivo son, baja disponibilidad hídrica durante el desarrollo vegetativo, la variación en el manejo del cultivo, y porcentaje de sombreado, siendo las horas luz son factor importante en el desarrollo del cultivo por lo que es importante tener controlado estos factores. Así también es importante mantener controlado las plagas y enfermedades (Herrera *et al.* 2016).

En contraparte, las cruzas que tuvieron a la accesión 21 como madre (CR1, CR2 y CR3) presentaron el mayor porcentaje de sobrevivencia (83.3). Al respecto, Taiz y Zeiger (1998) mencionan que las características genéticas de las plantas y los factores ecológicos del sitio juegan un papel muy importante en el buen establecimiento de las plantas, por lo que el genotipo, el suelo y clima afectan la distribución y productividad. Tres cruzas tuvieron el 16.7%

de sobrevivencia (CR9, CR14 y CR15), mientras que CR7, CR8 y CR13 presentaron el 33.3%. Un factor importante que afecta la sobrevivencia de las plantas es una ineficiencia fotosintética, debida a bajos contenidos de pigmentos del aparato fotosintético (Preece y Sutter, 1991; Hernández-Leal *et al*., 2016). Mientras que tres cruzas tuvieron el 50% de sobrevivencia (CR4, CR5, CR6). Finalmente, la autofecundación (AF) y la cruza CR12 sobrevivieron en 66.7%. El porcentaje de sobrevivencia está influenciado por una buena aclimatación y calidad de las plántulas, por eso es fundamental seleccionar las mejores plántulas para que la velocidad de crecimiento en campo sea lo mejor posible (Morgado *et al*., 2000).

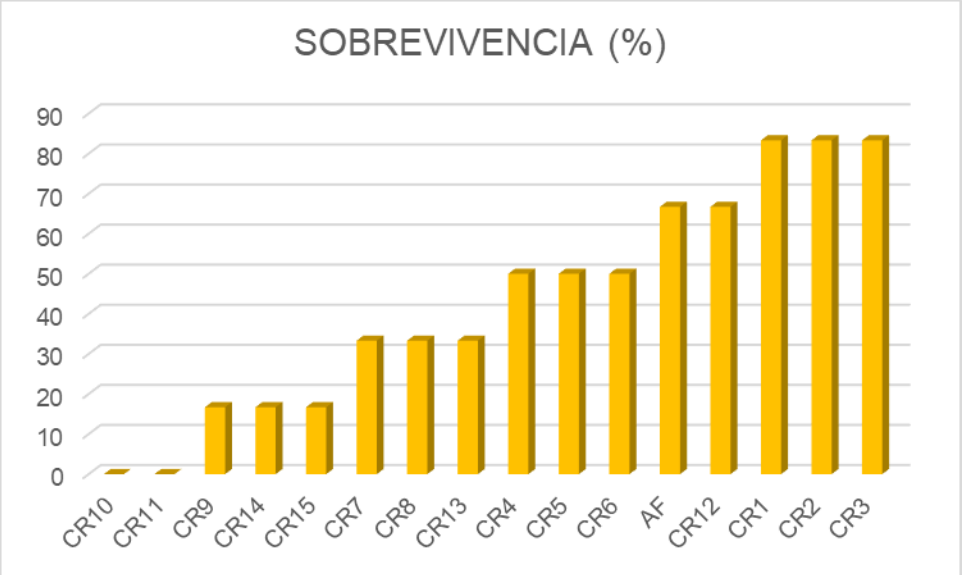


Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia de 15 cruzas intraespecíficas y una autofecundación de vainilla.

Las cruzas CR1 CR2 y CR3 además de su alto porcentaje de sobrevivencia, muestraron una amplia variación fenotípica y genotípica que se generó por las combinaciones que se realizaron, ya que fueron las que se adaptaron mejor a las condiciones climatológicas del lugar. Los factores que más afectan el crecimiento de las plantas al momento de la aclimatación son la humedad relativa, la temperatura, la iluminación y la estación del año. Allen (2003) mencionan que en cultivos que se propagan de manera vegetativa como la vainilla, al utilizar la hibridación en clones con características superiores se generan poblaciones fuente que pueden utilizarse para seleccionar nuevos materiales.

CONCLUSIONES

Se concluye que las cruzas intraespecíficas de germoplasma mexicano de *Vanilla planifolia* CR1, CR2 Y CR3 fueron las que presentaron un mayor porcentaje de supervivencia debido a efectos favorables por una excelente combinación genética de la accesión 21 con los genotipos y a su adecuada aclimatación previa a su establecimiento en campo, se recomienda realizar un mayor número de cruzas entre diferentes especies con las cruzas sobresalientes para incrementar la variabilidad genética mediante hibridación, para obtener características deseables del cultivo que permitan generar programas de mejoramiento genético y realizar investigaciones a mediano y largo plazo.

REFERENCIAS

Begon, M., Harper, J. L. y Townsend, C. R. 1999. Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades. Tercera Edición. Omega, Barcelo, España.

Besse, P., Silva, D. Da., Bory, S., Grisoni, M., Le Bellec, F., Duval, M. F. 2004. RAPD genetic diversity in cultivated vanilla: *Vanilla planifolia*, and relationships with *V. tahitensis* and *V. pompona*. Plant Science. (1) 67: 379 - 385.

Curti D., E. 1995. Plagas y Enfermedades de la Vainilla. Tríptico: Comisión Nacional de Fruticultura, Xalapa. Ver.

Díaz, L. P. Medina, L. F. Latife, J. Digonzelli, P. A. SOSA, S. B. 2004. Aclimatación de plantas micropropagadas de caña de azúcar utilizando el humus de lombriz. INTA, Argentina. RIA, 33 (2): 115-128

Divakaran M., Babu N., Ravindran P. N., Peter K. V. 2006. Interspecific hybridization in vanilla and molecular characterization of hybrids and sel fed progenies using RAPD and AFLP markers. Scientia Horticulturae 108: 414-422.

Flores, J. A., Reyes, L. D., Jiménez, G. D., Romero, A. O., Rivera, T. J.A., Huerta, L. H., Pérez, S. A. 2017. Diversidad de Vanilla spp. (Orchidaceae) y sus perfiles bioclimáticos en México. Rev. Biol. Trop. 65 (3): 975-987

Hernández-Leal, E. Castillo-Martínez, C.R. Reyes-López, D. Corona-Torres, T. Avendaño-Arrazate, C.H. García-Zavala, O.J.J. Vaquera-Huerta, H. Villalobos-Navarro, F. Bonilla-Barrientos, O. 2016. Aclimatación de híbridos intraespecíficos de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews, obtenidos *in vitro*. Agroproductividad pp. 9 (11): 72- 77.

Herrera-Cabrera, B. E., Rocha-Flores, R. G., Delgado-Alvarado, A., Mendoza-Castillo, M. D. C., & Velasco-Velasco, J. 2016. Variables de Rendimiento en *Vanilla planifolia Jacks*. ex Andrews. AGROProductividad, 9(S1), 29-32.

Menchaca, G. R. Ramos, P. J M. Moreno, M. D. Luna, R. M. Mata, R. M. Vázquez, G. L M. Lozano, R. M A. 2011. Germinación *in vitro* de híbridos de *Vainilla planifolia* y *V. pompona*. Revista Colombiana de Biotecnología. 13. No. 1.

Morgado, I. F. Carneiro, J. Leles, P. Barroso, D. 2000. Residuos agroindustrias prensados como substrato para a producto de mudas de caña de azúcar Sci. Agric. vol. 57 (4). Piracicaba.

Preece, J. E. y Sutter, E. G. 1991. Acclimatization of micropropagated plant to the greenhouse and field. In: Debergh P.C., Zimmerman, R.H. Micropropagation technology and application. Editorial Dordrech Kluwer Academic Press. pp. 71 – 93.

Taiz, L y Zeiger, E. 1998. Plant physiology. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, USA.

INFESTACIÓN DE FLORES DE CHILE POR *FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS* PERG. EN AGUASCALIENTES, MÉXICO.

INFESTATION OF PEPPER FLOWERS BY *FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS* PERG. IN AGUASCALIENTES, MEXICO

Programa de Fitopatología, Campo Experimental Pabellón – INIFAP. Km. 32.5 Carr. Aguascalientes – Zacatecas, Pabellón de Art., Aguascalientes, México.
velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* es una plaga importante de las hortalizas por el daño directo y por su actividad como vector viral. En Aguascalientes no hay información acerca de la población de trips por lo que el objetivo del trabajo fue comparar la infestación por trips de flores de chile Jalapeño y Puya. La presencia de flores infestadas con inmaduros y adultos fue constante en las parcelas de chile muestreadas. La población de adultos e inmaduros fue generalmente similar entre parcelas (tipo) de chile muestreadas.

ABSTRACT

The western flower thrips *Frankliniella ocidentalis* is a major horticultural pest because the direct damage and the indirect activity as a virus vector. In Aguascalientes there is not information on the thrips population in pepper plants, consequently, the aim of this work was to compare the thrips flower infestation from Jalapeño and Puya peppers. The presence of flowers infested with immature and adults was constant in the sampled pepper fields. Adult and immature population was similar mostly among sampled pepper (type) fields

INTRODUCCION

El trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* Perg. es nativo de Norte América donde permaneció restringida hasta la década de 1960; en las siguientes décadas se diseminó por todo el mundo (Cluever *et al.*, 2018). *F. occidentalis* es el principal vector del virus de la marchitez manchada del jitomate (*Tomato spotted wilt virus*: TSWV), el cual también infecta el chile y que además de reducir los rendimientos de los cultivos infectados también causa devastadores impactos en su calidad (Szotek *et al.*, 2017); de acuerdo con Mandal (2012), las pérdidas económicas causadas por la infestación de trips en chile pueden

variar de 11 a 32% en cantidad y hasta 88% en calidad. La presencia del TSWV en el centro norte de México ha sido reportada en hortalizas como chile, jitomate y cebolla (Velásquez *et al.*, 2009; Velásquez-Valle *et al.*, 2012). La adquisición de los virus por los trips ocurre en durante la primera fase larval y la transmisión ocurrirá a partir del segundo estado larval, incluyendo los adultos (Peters, 2008) por lo que es importante conocer los hábitos de inmaduros y adultos. En Aguascalientes existe poca información acerca de la población de trips que infesta las flores de chile por lo que el objetivo del trabajo fue el de comparar la infestación de flores de chile tipo Jalapeño y Puya por el trips de las flores *Frankliniella occidentalis* (Fo) Perg. en Aguascalientes, México.

MATERIALES Y METODOS

Durante los meses de mayo a principios de agosto de 2020 se colectaron flores de plantas de chile de los tipos Puya (una parcela) y Jalapeño (tres parcelas) ubicadas en los municipios de Rincón de Romos y San Francisco de los Romo, Aguascalientes. En todas las parcelas el cultivo tenía riego por cintilla y acolchado plástico. En cada parcela se colectaban 10 flores, una flor por planta, las plantas se seleccionaban al azar. Las flores se colocaban en un vial (una flor por vial) debidamente etiquetado y conteniendo alcohol (70%) hasta su examinación. Las colectas de flores se realizaban cada 10 a 12 días. En cada flor se contó el número de adultos e inmaduros de trips. La identificación de adultos de Fo se realizó empleando la información proporcionada por Cluever *et al.* (2018).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se encontraron flores infestadas con trips en las siete fechas de colecta aunque se observó que el porcentaje de flores con adultos predomina sobre el de inmaduros en cuatro de ellas; los porcentajes de infestación más bajos se registraron a inicio de junio mientras que durante la primera quincena de julio se presentaron los porcentajes de infestación más elevados (90 – 100%) para ambos estados de desarrollo del insecto (Figura 1).

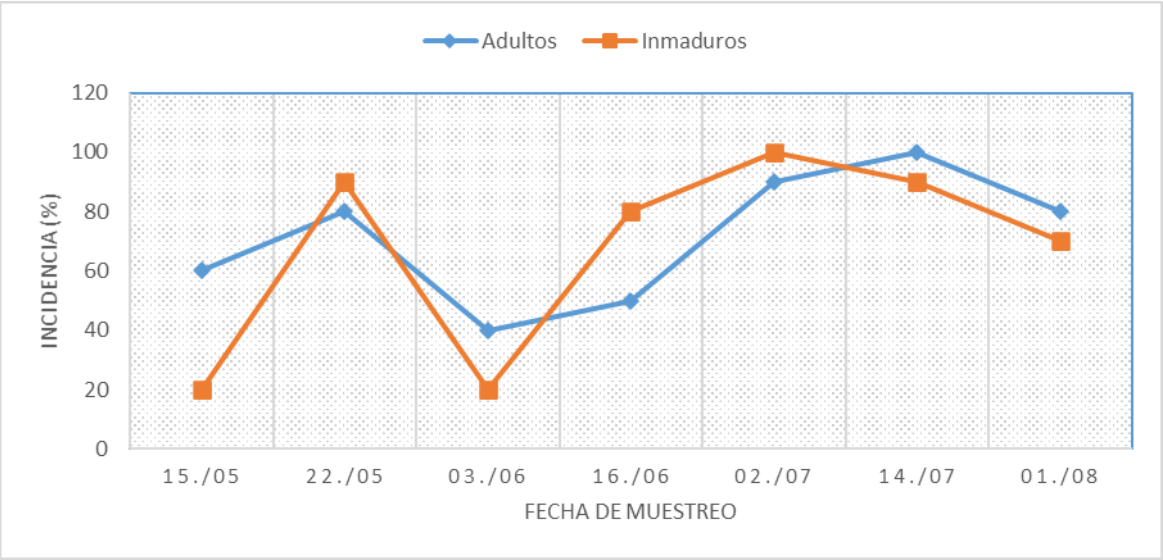


Figura 1. Incidencia de flores de chile Jalapeño infestadas con adultos e inmaduros de trips en Rincón de Romos, Aguascalientes.

El porcentaje de flores infestadas por adultos o inmaduros siguió tendencias similares en la parcela 1 de chile Jalapeño; el mínimo porcentaje de infestación se alcanzó a fines de mayo mientras que el máximo de infestación se observó a mediados de junio. El porcentaje de flores infestadas con adultos fue mayor durante las tres primeras fechas de colecta. Después de esta fecha no se estableció una tendencia en esta variable (Figura 2).

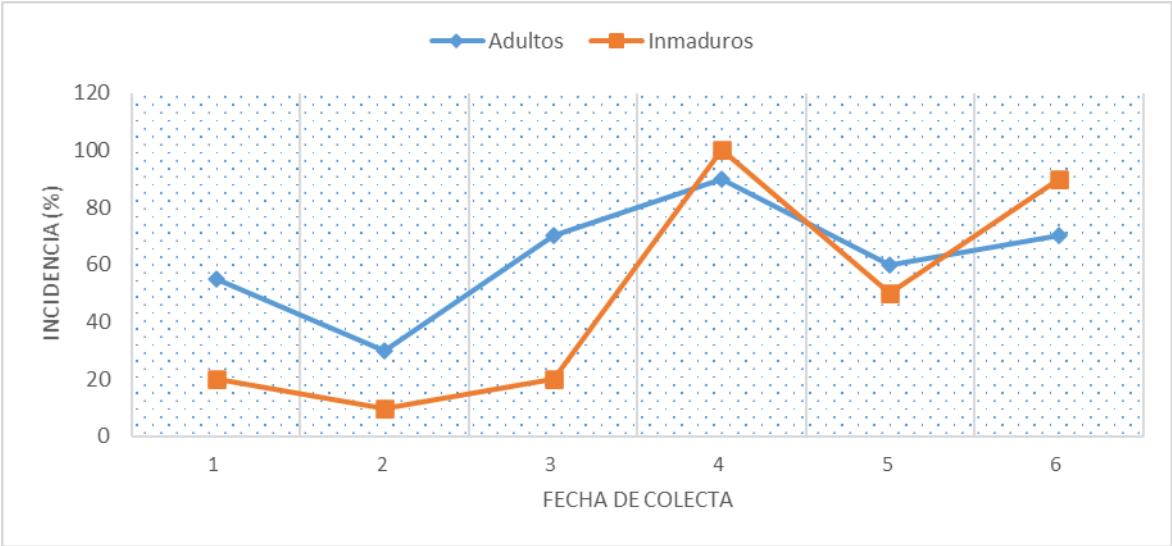


Figura 2. Incidencia de flores de chile Jalapeño (Parcela 1) infestadas con adultos e inmaduros de trips en San Francisco de los Romos, Aguascalientes.

En chile Puya el porcentaje de flores infestadas con adultos o inmaduros mostró dos etapas; en la primera, (15 de mayo al 03 de junio) predominó el porcentaje de flores infestadas con adultos. En la segunda fase, del 16 de junio al 14 de julio, el porcentaje de flores con inmaduros resultó superior al de flores con adultos (Figura 3).

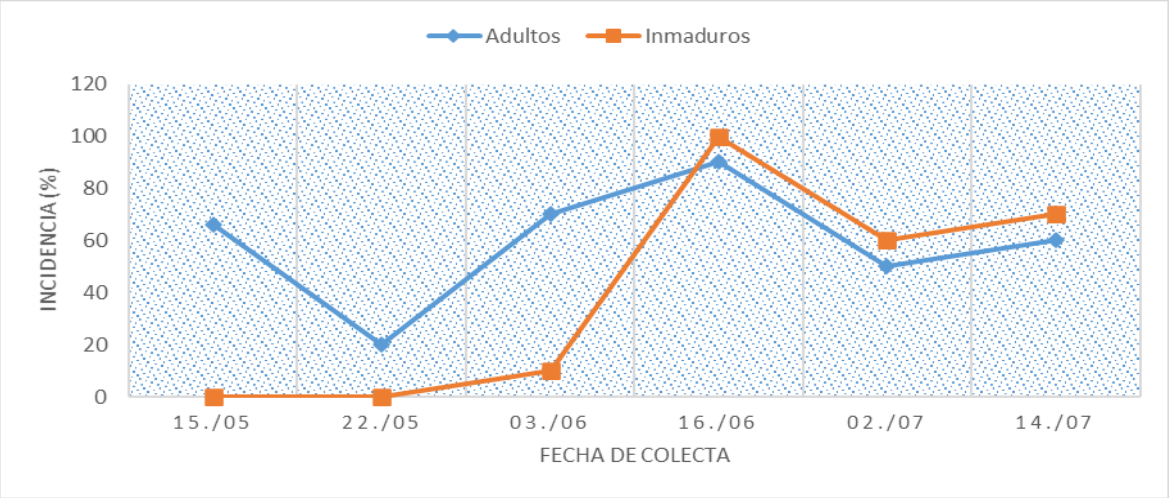


Figura 3. Incidencia de flores de chile Puya infestadas con adultos e inmaduros de trips en San Francisco de los Romos, Aguascalientes.

La cantidad de flores infestadas por adultos o inmaduros de trips en la parcela 2 de chile Jalapeño mostró elevados porcentajes (entre 90 y 100%) desde el 22 de mayo hasta el 02 de julio para luego presentar un descenso, especialmente en el número de flores con inmaduros (40%), hacia mediados de julio. Sin embargo, para el inicio de agosto ambos porcentajes mostraron una recuperación a niveles similares al periodo 22 de mayo-02 de julio (Figura 4).

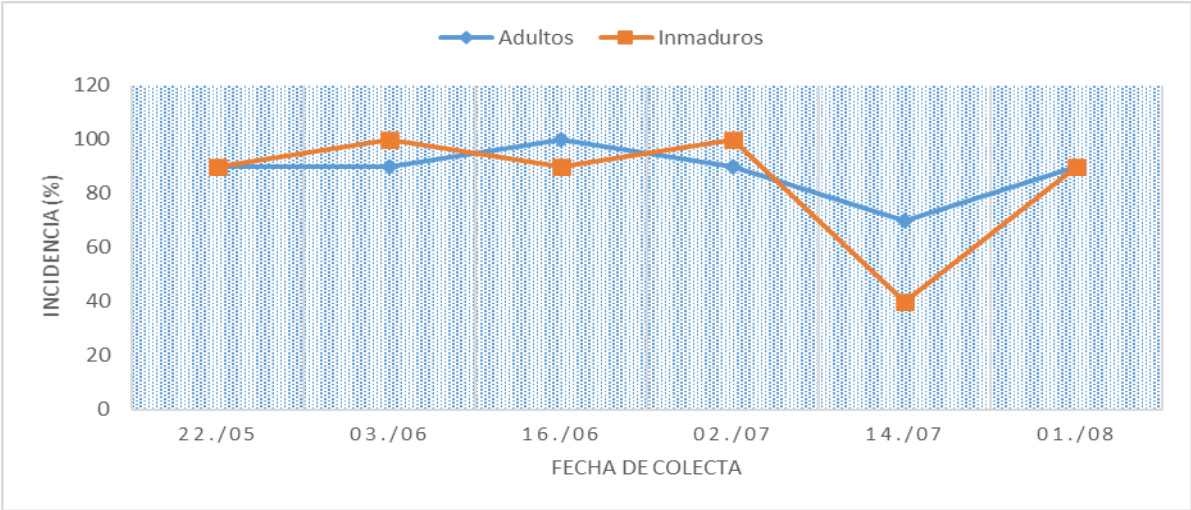


Figura 4 Incidencia de flores de chile Jalapeño (Parcela 2) infestadas con adultos e inmaduros de trips en San Francisco de los Romos, Aguascalientes.

Con excepción de las fechas de muestreo del mes de mayo en la parcela del chile Puya donde no se encontraron inmaduros, en el resto de las parcelas y fechas se encontraron inmaduros y adultos de trips. Las parcelas de chile Jalapeño 1 y 2 así como en la parcela de chile Puya coincidieron en la misma fecha los picos promedio de adultos e inmaduros (16/06 para las parcelas Jalapeño 1 y Puya y 03/06 para la parcela Jalapeño 2); en la parcela de Jalapeño, el pico promedio de adultos ocurrió a mediados de mayo mientras que el de inmaduros se registró hasta inicio de julio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Densidad poblacional promedio de adultos e inmaduros de trips en flores de chile Jalapeño y Puya en Aguascalientes, México.

		Fecha de muestreo						
Parcela	Trips	15/05	22/05	03/06	16/06	02/07	14/07	01/08
Jalapeño R. de Romos	Adultos	6.7[x]	4.5	2.0	3.6	5.7	4.1	1.4
	Inmaduros	1.0	3.5	1.0	5.7	27.3	2.1	2.4
Jalapeño S. F. Romo 1	Adultos	2.2	1.0	1.7	3.2	1.8	2.0	--
	Inmaduros	1.5	1.0	2.0	4.4	1.2	6.1	--
Jalapeño S. F. Romo 2	Adultos	--	2.1	17.0	8.5	4.4	2.1	3.7
	Inmaduros	--	4.5	21.6	7.8	2.8	1.5	10.3
Puya S. F. Romo	Adultos	3.3	1.0	1.3	5.2	2.2	2.2	--
	Inmaduros	0.0	0.0	2.0	12.4	1.5	6.1	--

[x] Promedio de adultos e inmaduros.

El promedio de adultos de trips en las flores, de acuerdo con su desviación estándar, fueron similares en las cuatro parcelas en las dos primeras fechas de muestreo, sin embargo, en la siguiente fecha de muestreo, la población media de adultos en la parcela 2 de chile Jalapeño fue mayor que en el resto de las parcelas. En el resto de las fechas de muestreo no se registró diferencia en la media poblacional de trips en ninguna de las parcelas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio y desviación estándar de poblaciones de adultos de trips en flores de chile Jalapeño y Puya en Aguascalientes, México.

		Fecha de muestreo						
Tipo de chile	Trips	15/05	22/05	03/06	16/06	02/07	14/07	01/08
Jalapeño	Media	6.7	4.5	2.0	3.6	5.7	4.1	1.4
R. de Romos	Desv Est.	4.87	4.32	1.13	2.25	3.72	3.34	0.73
Jalapeño	Media	2.22	1.0	1.7	3.2	1.8	2.0	--
S. F. Romo 1	Desv Est.	2.22	0.5	1.13	2.23	1.19	1.89	--
Jalapeño	Media	--	2.1	17.0	8.5	4.4	2.1	3.7
S. F. Romo 2	Desv Est.	--	1.19	12.8	4.64	3.77	1.5	3.56
Puya	Media	3.3	1.0	1.3	5.2	2.2	2.2	--
S. F. Romo	Desv Est.	2.63	0.44	0.73	5.86	1.37	1.25	--

No se registró diferencia en las poblaciones medias de inmaduros de todas las parcelas en las dos primeras fechas de muestreo. En la tercera fecha de muestreo la población media de inmaduros y adultos en la parcela 2 de Jalapeño fue superior a la de las otras tres parcelas;. La población media de inmaduros (27.3 /flor) fue mayor en la parcela de Jalapeño en Rincón de Romos que la registrada en el resto de las parcelas en el muestreo realizado a inicio de julio. En las fechas de muestreo restantes la media de población fue similar entre todas las parcelas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio y desviación estándar de poblaciones de inmaduros de trips en flores de chile Jalapeño y Puya en Aguascalientes, México.

		Fecha de muestreo						
Tipo de chile	Trips	15/05	22/05	03/06	16/06	02/07	14/07	01/08
Jalapeño	Media	1.0	3.5	1.0	5.7	27.3	2.1	2.4
R. de Romos	Desv Est.	0.42	3.48	0.42	4.45	14.32	1.44	1.49
Jalapeño	Media	1.5	1.0	2.0	4.4	1.2	6.1	--
S. F. Romo 1	Desv Est.	0.70	0.33	0.96	3.24	0.69	5.72	--
Jalapeño	Media	--	4.5	21.6	7.8	2.8	1.5	10.3
S. F. Romo 2	Desv Est.	--	4.25	16.46	7.02	1.31	0.84	8.15
Puya	Media	--	--	2.0	12.4	1.5	6.1	--
S. F. Romo	Desv Est.	--	--	0.63	9.6	0.87	4.24	--

CONCLUSIONES

La presencia de flores infestadas con adultos e inmaduros de *Frankliniella occidentalis* fue constante en todas las parcelas de chile Jalapeño y Puya. La población de adultos e inmaduros de trips fue generalmente similar entre las parcelas de chile (tipos) muestreadas.

REFERENCIAS

Cluever JD, Smith HA, Funderburk JE, and Frantz G. 2018. Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]). University of Florida. IFAS Extension. ENY-883. 8 p.

Mandal SK. 2012. Field evaluation of alternate use of insecticides against chilli thrips *Scirtothrips dorsalis* (Hood). Annals of Plant Protection Sciences 20:59-62.

Peters D. 2008. Thrips as unique vectors of tospoviruses.Entomologische berichten 68:182-186.

Szostek SA, Rodriguez P, Sanchez J, Adkins S, and Naidu R. 2017. Western flower thrips can transmit *Tomato spotted wilt virus* from virus-infected tomato fruits. Plant Health Progress https://doi.org/10.1094/PHP-RS-16-0057

Velásquez VR, Mena CJ, Amador RMA y Reveles HM. 2009. El virus de la marchitez manchada del jitomate afectando chile y jitomate en Zacatecas. Folleto Técnico No. 20. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. 52 p.

Velásquez-Valle R, Reveles-Hernández M y Amador-Ramírez MD. 2012. Distribución viral en plantas de cebolla (*Allium cepa* L.) asintomáticas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3:1425-1434.

INSECTOS VECTORES POTENCIALES DE VIRUS Y FITOPLASMAS EN PARCELAS DE FRESA EN AGUASCALIENTES, MÉXICO

POTENTIAL INSECT VECTORS OF VIRUS AND PHYTOPLASMA IN STRAWBERRY FIELDS IN AGUASCALIENTES, MEXICO

Rodolfo Velásquez-Valle

Programa de Fitopatología, Campo Experimental Pabellón – INIFAP. Km. 32.5 Carr. Aguascalientes – Zacatecas, Pabellón de Art., Aguascalientes, México. Velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx

RESUMEN

La producción de fresa es una actividad económica de gran importancia en Aguascalientes, sin embargo, hay una falta de información acerca de la presencia de vectores por lo que el objetivo de este estudio fue identificar los potenciales insectos vectores de virus y fitoplasmas en Aguascalientes. Poblaciones de chicharritas, mosquitas blancas t trips fueron muestreadas en parcelas experimentales y comerciales. La presencia de los potenciales vectores, el trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* Perg., las mosquitas blancas *Bemisia tabaci* Genn. y *Trialeurodes vaporariorum* West. así como las chicharritas *Circulifer tenellus* Baker y *Empoasca* sp. en las parcelas de fresa fue confirmada.

ABSTRACT

Strawberry production is an economic activity of great importance in Aguascalientes, however, there is a lack of information on the presence of vectors consequently, the aim of this study was to identify the potential insect vectors of virus and phytoplasma in Aguascalientes. Population of leafhoppers, whiteflies, and thrips were sampled in commercial and experiment fields. The presence of the potential vectors, the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* Perg., the whiteflies *Bemisia tabaci* Genn. and *Trialeurodes vaporariorum* West., as well as the leafhoppers *Circulifer tenellus* Baker and *Empoasca* sp. in the strawberry fields was confirmed.

INTRODUCCION

México es uno de los principales productores y exportadores de fresa; el valor de la producción de éste cultivo en México durante 2014 fue de 369 millones de dólares y cerca del 95% de la producción se exporta a EE. UU. (Arana-Coronado *et al.*, 2019). De acuerdo con López *et al.* (2014), los principales estados productores de fresa en México son Michoacán, Baja California

y Guanajuato. En Aguascalientes el cultivo de la fresa es de importancia económica a pesar de que la superficie productora no es extensa. Según Dara (2015) las infecciones virales individuales comúnmente pueden causar síntomas leves, sin embargo, cuando un virus como *Beet pseudoyellows virus* (BPYV) o *Strawberry pallidosis-associated virus* (SPaV), ambos transmitidos por la mosquita blanca del invernadero: *Trialeurodes vaporariorum* West., ocurren junto con uno de los virus transmitidos por el trips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) o por el àfido de la fresa *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell) provoca el declinamiento de las plantas de fresa que conduce a pérdidas significativas. De acuerdo con Martin y Tzanetakis (2006) los principales virus transmitidos por pulgones son *Strawberry crinkle virus* (SCV), *Strawberry mild yellow virus* (SMYEV), *Strawberry mottle virus* (SMV), *Strawberry vein banding virus* (SVBV), *Strawberry pseudo mild yellow edge virus* (SPMYEV) y *Strawberry latent C virus* (SLCV). Adicionalmente a *C. fragaefolii*, Cèdola y Greco (2010) reportan la presencia de otros pulgones como *Aphis gossypii*, *A. fabae*, *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae* en plantaciones de fresa en Argentina. Por su parte Tzanetakis *et al.* (2006) señalan que altas poblaciones de *T. vaporariorum* se encontraron asociadas con incidencias de 90 y 60% de SPaV y BPYV respectivamente. Martin y Tzanetakis (2013) mencionan a la mosquita blanca del camote *Bemisia tabaci,* como vector del geminivirus *Strawberry leaf curl virus*. En parcelas de fresa en Guanajuato, México se identificó a los virus del moteado de la fresa (SMoV), del arrugamiento de la fresa (SCV), latente del anillo necrótico de la fresa (SLRSV), críptico de *Fragaria chiloensis* (FClCV), latente de *Fragaria chiloensis* (FClCLV), asociado a la palidosis de la fresa (SPaV), choque necrótico de la fresa (SNSV) y amarillamiento marginal tenue de la fresa (SMYEV) (Contreras-Paredes *et al.*, 2014). En Nueva Zelanda dos chicharritas han sido mencionadas como posibles vectores de fitoplasmas en fresa: *Ribautiana tenerima* y *Zygina zealandica* (Andersen *et al.*, 1998). En Aguascalientes poco se conoce acerca de la presencia de vectores potenciales en parcelas comerciales de fresa por lo que el objetivo del trabajo consistió en identificar los posibles vectores de virus y fitoplasmas en plantaciones comerciales de fresa en Aguascalientes, México.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en cuatro parcelas de fresa comerciales y experimentales localizadas en el municipio de Pabellón de Arteaga, Ags. trasplantadas con las variedades Fortuna, Festivale, San Andreas y Monterey; éstas últimas localizadas en una sola malla sombra. Para colectar posibles vectores de virus y fitoplasmas se utilizó una red entomológica de golpeo dentro de las parcelas de fresa y en la maleza alrededor de ellas. Adicionalmente se empleó un succionador para la colecta de adultos de mosquita blanca. Se colectaron entre 5 y 10 flores

por parcela y se colocaron en alcohol al 70% para detectar la presencia de adultos e inmaduros de trips.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se identificaron especímenes adultos de *F. occidentalis* en flores de plantas de fresa provenientes de las cuatro parcelas comerciales y experimentales muestreadas desde mediados de mayo hasta mediados de julio de 2020 aunque la incidencia de adultos e inmaduros en las flores de cada parcela fue variable; el rango de variación de porcentaje total de flores infestadas fluctuó entre 10 y 90%. La máxima infestación de flores (90%) ocurrió a mediados de junio en la parcela Salitrillo 1; por el contrario, no se registraron adultos en las parcelas Fátima a inicio de julio y a mediados de julio en las parcelas Salitrillo 1 y 2. La mayor presencia de inmaduros (100%) se observó a mediados de junio en la parcela Salitrillo 1 mientras que no se ha registrado su presencia en las parcelas Salitrillo 1 y San Andreas al inicio del trabajo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Presencia (%) de adultos e inmaduros de *Frankliniella occidentalis* Perg. en flores de cuatro variedades de fresa en Aguascalientes, México.

		Fecha				
Parcela	Trips	22/05/20	03/06/20	16/06/20	02/07/20	14/07/20
Salitrillo 1	Adultos	60	10	90	40	0
	Inmaduros	0	10	100	40	30
	Adultos + Inmaduros	0	0	90	30	30
	Total	60	20	90	30	30
Salitrillo 2	Adultos	40	40	40	50	0
	Inmaduros	10	30	30	40	10
	Adultos + Inmaduros	0	30	10	10	10
	Total	50	40	50	80	10

San Andreas	Adultos	0	40	40	40	10
	Inmaduros	0	20	80	20	50
	Adultos + Inmaduros	0	20	40	20	0
	Total	0	20	80	40	60
Monterey	Adultos	40	80	40	20	30
	Inmaduros	80	20	40	20	10
	Adultos + Inmaduros	40	20	20	0	10
	Total	80	80	60	40	30
Fátima	Adultos	10	60	70	0	20
	Inmaduros	10	20	50	20	20
	Adultos + Inmaduros	0	0	40	0	0
	Total	20	80	70	20	40

La presencia de trips en las plantas de fresa se asocia con deformación y cambio de color de los frutos (Nondillo *et al.*, 2010), sin embargo, *F. occidentalis* es capaz de transmitir tospovirus en otros cultivos (Peters, 2008).

En las parcelas de fresa Salitrillo 2 y Fátima se colectaron especímenes de la chicharrita del betabel, *Circulifer tenellus* Baker (Ct), la cual es un vector de virus, bacterias y fitoplasmas en el norte centro de México (Velásquez-Valle *et al.,* 2008; Mauricio-Castillo *et al.*, 2015; Swisher *et al.*, 2017) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Géneros de chicharritas colectados en parcelas comerciales y experimentales de fresa en Aguascalientes, Mèxico.

	Género			
Parcela	*Aceratagallia*	*Circulifer*	*Empoasca*	*Graminella*
Salitrillo 1	0	0	7	4
Salitrillo 2	2	15	19	7
San Andreas/Monterey	2	0	0	2
Fátima	1	2	1	4

Se han colectado especímenes de este cicadelido en los muestreos correspondientes a abril, mayo y junio de 2020. La presencia de Ct en las parcelas de fresa es importante debido a la incidencia de plantas con síntomas parecidos a los provocados por la infección por fitoplasmas, especialmente en la parcela Salitrillo 1.

Se identificaron otros géneros de chicharritas pertenecientes a la Fam. Cicadellidae como *Empoasca*, *Graminella* y *Aceratagallia*. En total se capturaron 66 cicadelidos de los cuales el 65.1% fueron atrapados en la parcela Salitrillo 2 (Cuadro 2). Resalta la presencia de *Empoasca* en la mayoría de las parcelas de fresa muestreadas (40.9% del total capturado) ya que una especie de este género, *E. abrupta* ha sido mencionada como vector de un fitoplasma, *Candidatus* Phytoplasma trifolii, en Zacatecas (Salas-Muñoz *et al.*, 2018).

Se detectó la presencia de adultos de mosquita blanca del camote *Bemisia tabaci* Genn. y de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* Westwood en maleza dentro de la parcela de fresa Pabellón desde mediados de mayo; ambos géneros de mosquita blanca han sido mencionados por Tzanetakis *et al.* (2006) como vectores, de manera semi persistente, de virus pertenecientes al género *Crinivirus*.

CONCLUSIONES

En las parcelas comerciales y experimentales de fresa de Aguascalientes se identificaron insectos que potencialmente pueden actuar como vectores de virus y fitoplasmas, a saber, el trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* Pergande, la chicharrita del betabel

Circulifer tenellus Baker, la chicharrita verde *Empoasca* y las mosquitas blancas del camote *Bemisia tabaci* Gennadius y de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* West.

REFERENCIAS

Andersen MT, Longmore J, Liefting LW, Wood GA, Sutherland PW, Beck DL, and Forster RLS 1998. Phormium yellow leaf phytoplasma is associated with strawberry lethal yellows disease in New Zealand. Plant Disease 82:606-609.

Arana-Coronado JJ., Trejo-Pech CO; Aguilar-Candelas OJ; Martínez-Damián MA y Mondragón-Hernández R. 2019. Crecimiento potencial de las exportaciones de fresa (*Fragaria*) mexicana. Agrociencia 53:417-431.

Cèdola C. y Greco N. 2010. Presence of the aphid, *Chaetosiphon fragaefolii*, on strawberry in Argentina. Journal of Insect Science 10:9 available online: insectsicence.org/10.9

Contreras-Paredes CA, Silva-Rosales L, Gallegos V, Ortiz-Castellanos ML, Jofre-Garfias AE y Dávalos-González PA. 2014. Incidencia de infecciones virales mezcladas en una área de producción de fresa en Guanajuato, México. Revista Mexicana de Fitopatología 32:12-25.

Dara SK. 2015. Virus decline of strawberry in California and the role of insect vectors and associated viruses. Plant Health Progress 16:211-215.

López LL, Guzmán-Ortiz DLA, García BJA, Chávez MCG y Peña-Cabriales JJ. 2014. Consideraciones para mejorar la competitividad de la región "El Bajío" en la producción nacional de fresa. Rev. Mexicana de Ciencias Agrícolas 5:673-686.

Martin RR and Tzanetakis IE. 2006. Characterization and recent advances in detection of strawberry viruses. Plant Disease 90:384-396.

Mauricio-Castillo JA, Salas-Muñoz S, Velásquez-Valle R, Ambriz-Granados S y Reveles-Torres LR. 2015. `*Candidatus* Phytoplasma trifolii`(16SrVI) en chile Mirasol (*Capsicum annuum* L.) cultivado en Zacatecas, México. Revista Fitotecnia Mexicana 38:389-396.

Nondillo A, Rodrigues LR, Jesien PSM, Botton M. 2010. Injury characterization of *Frankliniella occidentalis* in strawberry. Ciência Rural Santa María 40:820-826.

Peters D. 2008. Thrips as unique vectors of tospoviruses. Entomologische Berichten 68:182-186.

Salas-Muñoz S, Mauricio-Castillo JA, Dietrich CH, Creamer R, and Reveles-Torres LR. 2018. First report of the leafhoppers *Ceratagallia nitidula* and *Empoasca abrupta* (Hemiptera: Cicadellidae) as vectors of `*Candidatus* Phytoplasma trifolii`. Plant Disease 102:2636.

Swisher KD, Munyaneza JE, Velàsquez-Valle R, and Mena-Covarrubias J. 2017. First report of beet leafhopper transmitted virescence agent phytoplasma in *Capsicum annuum* and *Circulifer tenellus* in Mexico. Plant Disease 101:1032.

Tzanetakis IE and Martin RR. 2013. Expanding field of strawberry viruses which are important in North America. International Journal of Fruit Science 13:184-195.

Tzanetakis IE, Wintermantel WM, Cortez AA, Barnes JE, Barrett SM, Bolda MP, and Martin RR. 2006. Epidemiology of strawberry pallidosis-associated virus and ocurrence of pallidosis diease in North America. Plant Disease 90:1343-1346.

Velásquez-Valle R, Medina-Aguilar MM and Creamer R. 2008. First report of *Beet mild curly top virus* infection of chile pepper in North-Central Mexico. Plant Disease 92:650.

LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN AFECTA EL DESEMPEÑO AGRONÓMICO Y RENDIMIENTO DE TOMATE INJERTADO

PLANTATION DENSITY AFFECTS AGRONOMIC PERFORMANCE AND YIELD OF TOMATO GRAFTED

Neymar Camposeco Montejo*[1]; Valentín Robledo Torres[*2]; Antonio Flores Naveda[1]; Norma Angélica Ruiz Torres[1;] Julio Cesar Tafolla Arellano[3]

[1]Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de semillas, [2]Departamento de Horticultura y [3]Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, C.P. 25315 Saltillo, Coahuila, México.
*** Autor principal, *e-mail*: neym_33k@hotmail.com**

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento y comportamiento agronómico de tomate injertado. El portainjerto fue Multifort F_1 de DeRuiter Seeds, y como variedad El Cid F_1 de Harris Moran. El análisis estadístico fue con el modelo completamente al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones, la comparación de medias fue por Tukey P≤0.05. Las diferencias estadísticas indican que en rendimiento y número de frutos cosechados por tallo, la mejor densidad fue de 35,000 tallos.ha^{-1} ya que superó al testigo en 24 %, aunque estadísticamente iguales, seguido de 40,000 tallos.ha^{-1}. El peso promedio de frutos se comportó estadísticamente similar entre densidades. El rendimiento calculado por hectárea fue superior en los tratamientos de 50, 35, 45 y 40 mil tallos.ha^{-1} con 124.4, 123.7, 113.0 y 110.9 t.ha^{-1} respectivamente, los primeros dos superaron al testigo en 65 %. Por tanto, a medida que aumenta la densidad de población se incrementa también el rendimiento por unidad de superficie, sin embargo, se afecta el vigor de la planta y la calidad de los frutos. Por lo anterior la más adecuada combinación entre tomate injertado y densidad de plantación fue 35,000 tallos.ha^{-1}, ya que combina rendimiento y calidad de frutos.

ABSTRACT

The objective was to determine the effect of planting density on the yield and agronomic behavior of grafted tomato. The rootstock was Multifort F1 from DeRuiter Seeds, and as a variety El Cid F1 from Harris Moran. The statistical analysis was with the completely randomized model with seven treatments and four repetitions, the comparison of means was by Tukey P≤0.05. Statistical differences indicate that in yield and number of fruits harvested per stem, the best density was 35,000 stems.ha-1 since it exceeded the control by 24%, although statistically equal, followed by 40,000 stems.ha-1. The average weight of fruits behaved statistically similar between densities. The calculated yield per hectare was higher in

the treatments of 50, 35, 45 and 40 thousand stems.ha-1 with 124.4, 123.7, 113.0 and 110.9 t.ha-1 respectively, the first two exceeded the control by 65%. Therefore, as the population density increases, the yield per unit area also increases, however, the vigor of the plant and the quality of the fruits are affected. Therefore, the most suitable combination between grafted tomato and planting density was 35,000 stems.ha-1, since it combines yield and fruit quality.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la población humana crece a un ritmo exponencial, en consecuencia, la demanda de alimentos, al mismo tiempo los espacios para la producción agrícola se reducen por el crecimiento de los asentamientos urbanos y la degradación de los recursos de uso agrícola. A esto se suman los impactos del cambio climático global. Factores que obligan a la búsqueda de mejores métodos de producción y alternativas que permitan hacer más eficiente la producción por unidad de superficie y al mismo tiempo optimizar el uso de los recursos suelo-agua-ambiente.

Dentro de estas alternativas esta la densidad de plantación y la técnica de injerto en los cultivos. La densidad de plantación, que es responsable del espaciamiento y acomodo de las plantas, mismos que definen su desarrollo y productividad individual Tuan y Mao (2015), productividad relacionada con el número de frutos cosechados por unidad de área y sus tamaños individuales (Sánchez *et al.,* 2017), densidad de plantación que debe ser adecuada para producir frutos lo más uniforme posible durante todo el ciclo de cultivo, y así evitar mermas o pérdidas por frutos pequeños, también puede ser variable de acuerdo al sistema de producción, los híbridos o variedades utilizadas, la zona y la época del año en que se cultiven Peil y Gálvez (2004). Factores que finalmente determinan la distribución espacial de una planta a otra y de un surco de cultivo a otro. Estudios previos relacionados con la densidad de población en tomate, señalan que a medida que esta se aumenta, se incrementa también el rendimiento por unidad de área (Fandi *et al.,* 2007), sin embargo, se afecta significativamente el peso promedio del fruto (Sánchez *et al.,* 2017), tendencias similares se reportan en el cultivo de pepino (López *et al.,* 2015)

La técnica de injerto por su parte, comenzó a utilizarse desde la década de 1920 (Sakata *et al*., 2007) y actualmente está revolucionando la agricultura protegida para incrementar los rendimientos, extender el tiempo y mejorar la calidad de las cosechas (Chew *et al.,* 2012), evadir enfermedades de suelo, inducir tolerancia a estrés ambiental, reducir el uso de agroquímicos (Ezziyyani *et al.* 2005) además de incrementar la calidad comercial de los frutos (González *et al.,* 2017). En este sentido Chew *et al.,* (2012) señalan que, al utilizar injertos en tomate, el rendimiento se incrementa hasta 35%, 30.4% señala (Álvarez, 2012). Por lo

anterior, el uso de la técnica cobra todavía mayor importancia y en combinación con una densidad de plantación adecuada para el Portainjerto/Variedad específicos, el potencial productivo podría ser aún mayor, generar mayores beneficios a los productores y cubrir las necesidades de los consumidores. Es por eso que se planteó evaluar el efecto que ejerce la densidad de plantación sobre el comportamiento agronómico, el rendimiento y la calidad de los frutos de tomate injertado, cultivado en suelo bajo invernadero de mediana tecnología.

MATERIALES Y MÉTODOS

El portainjerto fue Multifort F_1 DeRuiter Seeds, la variedad fue el Cid F_1 de Harris Moran. El experimento se realizó en las instalaciones de un invernadero de mediana tecnología del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, ubicado a 25° 21´ 24´´ LN y 101° 02´ 05´´ LO, a 1762 msnm.

Siembra del material genético y formación de los injertos

El portainjerto y la variedad se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades, se usó como sustrato de germinación peat moss y perlita en una proporción 70:30 respectivamente. El proceso de injerto se realizó 25 días después de haber sembrado el portainjerto, cuando las plantas tuvieron un grosor de tallo de 1.8-2.5 mm, el tipo de injerto utilizado fue el de empalme, cuyos cortes se realizaron con una navaja cúter nueva y desinfectada con cloro a 20 ppm, se usaron clips de silicón de 2.5 mm para sujeción portainjerto/variedad, las plantas injertadas fueron llevadas a una cámara de prendimiento, a temperatura de 22-25°C y humedad relativa de 80-90 %, las primeras 48 horas en oscuridad total y los siguientes 6 días ciclos diurnos-nocturnos normales, pasado los 8 días las plantas injertadas fueron llevadas a invernadero para adaptación y aclimatación antes del trasplante.

Establecimiento en invernadero y manejo del cultivo

El trasplante se realizó 15 días después de realizado el injerto. Se estableció el cultivo en suelo franco, en el ciclo primavera-verano de 2016, fue en camas elevadas de 25 cm, se utilizó acolchado plástico bicolor con la parte plateada hacia arriba, la distancia entre camas fue de 1.80 m, la irrigación fue por cintilla cuya distancia entre goteros fue de 15 cm y gasto de 0.5 $L.h^{-1}$. Los tratamientos se establecieron de la siguiente forma: el Testigo, a doble hilera, con doble tallo cada planta, con una distancia entre hileras de 40 cm y entre plantas de 80 cm teniendo como resultado (28,000 $tallos.ha^{-1}$). El resto de los tratamientos fue a hilera sencilla y una distancia entre plantas de; 1) 22 cm (50,000 $tallos.ha^{-1}$), 2) 24.3 cm (45,000 $tallos.ha^{-1}$), 3) 27.5 cm (40,000 $tallos.ha^{-1}$), 4) 31.5 cm (35,000 $tallos.ha^{-1}$), 5) 35.5 cm (30,000 $tallos.ha^{-1}$), y 6) 44 cm (25,000 $tallos.ha^{-1}$). La solución nutritiva utilizada fue la propuesta por Steiner

(1964), 50% al inicio del cultivo, 75% a los 15 DDT, hasta 100% una vez iniciada la floración y fructificación hasta el término del ciclo. Para el control de plagas (mosca blanca, trips, paratrioza) se realizaron aplicaciones semanales Spirotetramat al 15.3%, Spiromesifen al 23.1%, Imidacloprid 17% + betacylfutrin 12% a razón de 1 ml L^{-1} y metomilo 90%, a razón de 1 g L^{-1}.

Mediciones de rendimiento de fruto y sus componentes

La cosecha se inició a los 70 DDT y se evaluaron seis racimos completos. El peso total de fruto se estimó pesando todos los frutos de la parcela útil en una balanza digital de precisión SARTORIUS modelo TS 1352Q37, se obtuvo el rendimiento por tallo individual (GFT), para ello se sumó el peso de todas las cosechas realizadas y posteriormente se extrapoló para obtener el rendimiento total por hectárea ($t.ha^{-1}$), se realizaron dos cosechas por semana, y únicamente frutos a partir del color numero 4 o "rayado". Después de pesar los frutos se contabilizó el número de frutos (NFP). El peso promedio de fruto (PPF), se calculó dividiendo el peso total de frutos entre número total de frutos, el diámetro ecuatorial y longitud de fruto (DEF y LF respectivamente) fue estimado tomando al azar ocho frutos por parcela semanalmente, y se utilizó un vernier digital marca Autotec®.

Indicadores de desempeño agronómico

La distancia entre racimos y la altura de la planta se determinaron con un flexómetro, mientras que el grosor del tallo principal se midió con un vernier digital marca Autotec®, el número de racimos solo se cuantifico cuando se cosecho el sexto racimo.

Análisis estadístico

El arreglo experimental fue de bloques al azar con 4 repeticiones, mientras que el análisis estadístico se realizó con el programa SAS versión 9.1, se empleó el modelo completamente al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones cada uno ($P \leq 0.05$), se realizó la comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componentes de rendimiento

La densidad de plantación afectó el rendimiento y calidad del tomate Cid F_1 injertado sobre el patrón Multifort ($P \leq 0.05$), Cudro 1 y 2. Para el rendimiento y número de frutos cosechados por cada tallo, destaca la densidad de 35,000 $tallos.ha^{-1}$ con un incremento respecto al testigo de 24%, aunque estadísticamente similares, seguido de 40,000 $tallos.ha^{-1}$. Los datos señalan que, al cultivar plantas injertadas a dichas densidades, se logra una combinación adecuada, en la que la arquitectura de la planta se acomoda de tal manera que se aprovechan al máximo

la distribución espacial y con ello los recursos disponibles. Reportes encontrados en estudios similares, son muy variables y las densidades van desde los 25,000 y 68,000 plantas.ha^{-1} (Villegas *et al.,* 2004), y que la densidad de plantación varía en función del tipo de tomate utilizado, ya sea tipo bola o saldaette (Grijalva *et al.,* 2010).

Los resultados de peso promedio de fruto, fueron estadísticamente iguales entre tratamientos, no obstante, la tendencia general es, que, a medida que se incrementa la densidad de plantación el peso promedio del fruto disminuye, por ende, se sacrifica la calidad del fruto individual, lo que se debe a la competencia que se genera entre las plantas, ya que compiten por los recursos para producir fotoasimilados, efectos similares señalaron (Sánchez *et al.,* 2017; Fandi *et al.,* 2007).

Para diámetro ecuatorial de fruto, destaca 25,000 tallos.ha^{-1} no obstante, es similar al testigo y los tratamientos con 50, 45 y 30 mil tallos.ha^{-1}. Mientras que en longitud de fruto no se encontraron diferencias estadísticas.

Cuadro 1. Varianza y comparación de medias de componentes de rendimiento y calidad de fruto de tomate injertado cultivado a diferente densidad de plantación.

Tratamientos (tallos.ha^{-1})	GFT (g)	NFP	PPF (g)	LF (mm)	DEF (mm)
50,000	2489.7 b	25.00 b	99.73 b	65.78 a	48.91 ab
45,000	2521.3 b	24.91 b	101.23 ab	66.54 a	48.64 ab
40,000	2861.5 ab	28.12 ab	101.62 ab	65.82 a	48.40 b
35,000	3389.2 a	32.75 a	103.34 ab	66.10 a	48.31 b
30,000	2701.5 b	25.83 b	104.91 a	66.06 a	48.44 ab
25,000	2483.5 b	24.29 b	102.12 ab	66.87 a	49.45 ab
T0-28,000	2730.5 ab	26.41 ab	103.18 ab	67.03 a	50.12 a
Significancia	**	**	*	ns	*
GLE	75	75	75	75	75
CV (%)	20.07	19.77	3.42	1.86	2.82

*, **=significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente, ns= no significativo, GLE= grados de libertad del error, &= media seguida de la misma letra en las columnas son estadísticamente iguales Tukey= ($p \leq 0.05$) GFT= gramos de fruto por tallo, NFP= número de frutos por planta, PPF= peso promedio de fruto, LF= longitud de fruto, DEF= diámetro ecuatorial de fruto.

Indicadores de desempeño agronómico

Las variables agronómicas evaluadas se muestran en el Cuadro 2. En cuanto a diámetro de tallo principal, destaca 30,000 tallos.ha^{-1} que superó al testigo en 23.14%, mientras que el menor grosor de tallo se obtuvo en 55,000 con 17.60 mm. La altura de planta se vio beneficiada con la densidad de 35,000 y 30,000 tallos.ha^{-}. Por lo anterior se confirma que, a mayor densidad de plantación, mayor competencia y sombreo entre las plantas (Grijalva *et al.,* 2010), se pierde vigor, se alargan los entrenudos y se adelgazan los tallos (López *et al.,* 2015).

Cuadro 2. Varianza y comparación de medias de variables agronómicas en tomate injertado cultivado a diferente densidad de plantación.

Tratamientos (tallos.ha^{-1})	DER (cm)	DTP (mm)	NRT	AP (cm)
50,000	24.49 a	18.76 bc	10.20 a	280.00 abc
45,000	24.31 a	18.69 bc	10.12 a	284.58 abc
40,000	24.99 a	21.27 ab	10.54 a	281.45 abc
35,000	24.26 a	19.60 abc	10.54 a	298.33 a
30,000	24.71 a	21.71 a	10.75 a	289.79 ab
25,000	23.62 a	18.69 bc	10.23 a	268.75 c
T0-28,000	24.57 a	17.63 c	10.54 a	277.78 bc
Significancia	Ns	**	ns	**
GLE	75	75	75	75
CV (%)	11.21	12.06	5.49	5.66

*, **=significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente, ns= no significativo, GLE= grados de libertad del error, &= media seguida de la misma letra en las columnas son estadísticamente iguales Tukey= (p≤0.05) DER= distancia entre racimos, DTP= diámetro de tallo principal, NRT= racimos por tallo, AP= altura de planta.

Rendimiento por hectárea calculado

El rendimiento por hectárea calculado se muestra en la Figura 1. En el que se observa que los mejores tratamientos fueron 50, 35, 45 y 40 mil tallos.ha^{-1} con 124.4, 123.7, 113.0 y 110.9 t.ha^{-1} respectivamente, los primeros dos superaron al testigo en 65%, lo cual se explica en la cantidad de frutos cosechados por unidad de superficie, ya que es el componente que más influye en el rendimiento (Sánchez *et al.,* 2017), sin embargo, se afecta la calidad de fruto

individual, debido a que se obtienen frutos de menor tamaño y peso promedio (Sánchez *et al.,* 2017; Peil y Gálvez, 2004), también se regula la competencia por los asimilados y los factores agroclimáticos, radiación y CO_2 que necesita la planta para expresar su máximo potencial fenotípico (Jarma, 2011). Con lo anterior se confirma que el componente agroclimático es crucial para determinar la densidad de plantación en una región determinada, debido a que el comportamiento genotipo-ambiente es diferente, por lo que hacer estudios de densidad de plantación de los cultivos de manera local y regional permitirá generar información, que posibilite la optimización de las unidades de producción y generar más kilogramos de producto comercial por cada metro cuadrado de superficie cultivada.

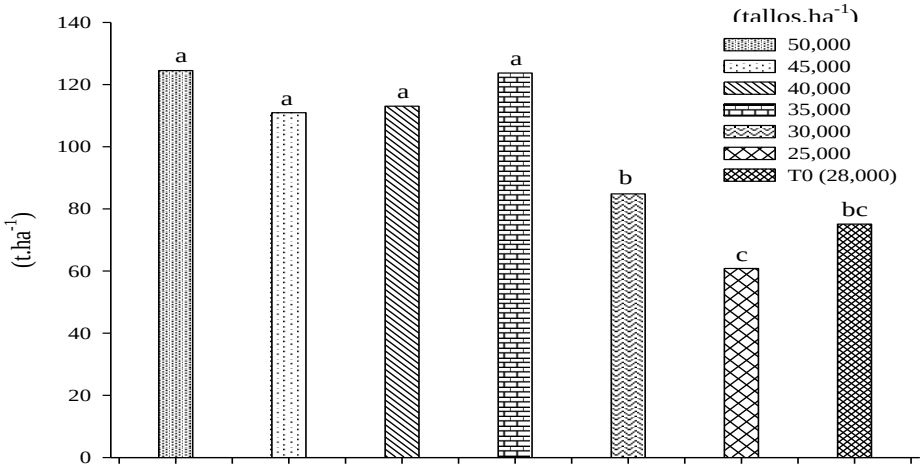


Figura 1. Comparación de medias de Tukey P≤0.05, de rendimiento calculado en toneladas por hectárea, de tomate injertado cultivado a diferentes densidades de plantación.

CONCLUSIONES

Para el tomate Cid injertado con el portainjerto Multifort la densidad de plantación más adecuada fue 35,000 tallos por hectárea, ya que generó mayor rendimiento. A medida que se incrementa la densidad de población se incrementa también el rendimiento por unidad de superficie, sin embargo, se afecta la calidad del fruto y el vigor de la planta en general. El espaciamiento adecuado entre las plantas cultivadas es de gran importancia, ya que determina el aprovechamiento de todos los recursos disponibles y se refleja en la productividad final del cultivo.

REFERENCIAS

Álvarez, H. J. C. (2012). Comportamiento agronómico e incidencia de enfermedades en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertadas. Acta Agronómica. 61(2): 117-125. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v61n2/v61n2a04.pdf

Chew, M. Y. LL., Gaytan, M. A., Espinoza, A. J. J., Reta, S. D. G., Reyes, J. I., Chew, M. R. G. *and* Ramírez, F. R. (2012). Planta de tomate injertada bajo condiciones de invernadero: rendimiento

y calidad de fruto. Producción Agricola-Agrofaz. 12(3):31-38. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/573/57315593001.pdf

Ezziyyani, M., Pérez, S. C., Requena, M. E., Sid, A. A. *and* Candela, M. E. (2005). Efecto del sustrato y la temperatura en el control biológico de *Phytophthora capsici* en pimiento (*Capsicum annuum* L.) Anales de Biología 27:119-126. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/9bf2/4657ed07c4ae9066af30c4982c74e88c2bff.pdf?_ga=2.261321101.141145904.1575478633-1332405077.1551934451

Fandi, M., Muhtaseb, J. *and* Hussein, M. (2007). Effect of plant density on tomato yield and fruit quality growing in tuff culture. Acta Hort. (ISHS) 741:207-212. DOI: 10.17660/ActaHortic.2007.741.23

González, G. H., Ramírez, G. F., Ortega, O. O., Benavides, M. A., Robledo T. V. *and* Cabrera de la F. M. (2017). Use of chitosan-PVA Hidrogels with copper nanoparticles to improve the growth of grafted watermelon. Molecules 22(1031):1-9. DOI: 10.3390/molecules22071031

Grijalva, C. R. L., Macías, D. R., Grijalva, D. S. A. *and* Robles, C. F. (2010). Evaluación de densidades y arreglos de plantación en tomate bola en condiciones de invernadero en el noreste de sonora. Biotecnica, 12(2): 20-28. DOI: 10.18633/bt.v12i2.85

Jarma, O. A., Armendiz, T. H. *and* Cleves, L. A. (2011). Estabilidad fenotípica y densidades de planta de genotipos de estevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) en la región Caribe de Colombia. Acta Agronómica. 60(2): 165-175. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v60n2/v60n2a08.pdf

López, E. J., Garza, O. S., Huez, L. M. A., Jimenez, L. J., Rueda, P. E. O. *and* Murillo, A. B. (2015). Producción de pepino (*Cucumis sativus L*.) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero. European Scientific Journal. 11(24): 25-36. Disponible en: http://www.agricultura.uson.mx/publicaciones/indexadas/ESJ%20Vol.11No.24(2015)%20Articulo.pdf

Peil, R.M.N. *and* Gálvez, J.L. (2004). Rendimiento de plantas de tomate injertadas y efecto de la densidad de tallos en el sistema hidropónico. *Horticultura Brasileira*, 22(2): 265-270. DOI: 10.1590/S0102-05362004000200020

Sakata, Y., Ohara, T. *and* Sugiyama, M. (2007). The history and present state of the grafting of cucurbitaceous vegetable in Japan. Acta Horticulturae. 731:159-170. DOI: 10.17660/ActaHortic.2007.731.22

Sánchez, del C. F., Moreno, P. E del C., Vásquez, R. J. C. and *González, N. M. A. (2017). Densidades de población y niveles de despunte para variedades contrastantes de jitomate en invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura. 23(3): 167-174. http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2017.01.003*

Tuan, M. *and* Mao, T. (2015). Effect of Plant Density on Growth and Yield of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) at Thai Nguyen, Vietnam. International Journal of Plant and Soil Science.

Villegas, C. J. R., Gonzales, H. V. A., Carrillo, S. J. A., Livera, M. M., Sánchez del C, F. *and* Osuna, E. T. (2004). Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a densidades de población en dos sistemas de producción. Rev. Fitotec. Mex. 27(4): 333-338. Disponible en: https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/27-4/5a.pdf

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE DOS GENOTIPOS REGIONALES DE *Capsicum annuum* L. EN YUCATÁN

AGRONOMIC EVALUATION OF TWO REGIONAL GENOTYPES OF *Capsicum annuum* L. IN YUCATÁN

Basto-Pool, Carolina Isabel[1]*; Santamaría-Basulto, Felipe[1]; Díaz-Plaza Raúl[1]

[1]INIFAP, Campo Experimental Mocochá, km 25 antigua carretera Mérida-Motul, C.P. 97454, Mocochá, Yucatán, México. Correo-e: **carolinabasto93@gmail.com**

RESUMEN

El chile dulce es un genotipo que es conservado y empleado por productores tradicionales en el sureste de México, debido a sus características de adaptación, sabor e ingresos económicos que genera. El objetivo de este estudio fue evaluar agronómicamente dos genotipos regionales de chile dulce (*Capsicum annuum* L.). Se evaluaron los genotipos denominados: P32 y Yaxchakú 2 en una estructura protegida bajo condiciones de riego en un diseño completamente al azar en el Campo Experimental Mocochá, Yucatán (INIFAP). Se determinó la germinación (%), tasa de germinación (germinadas días^{-1}), altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), floración (%), peso del fruto (g), longitud y diámetro del fruto (mm) y rendimiento (g planta^{-1}). El genotipo Yaxchakú2 registró el porcentaje de germinación más alto (90%), mayor tamaño del fruto con 71.40 mm de longitud y 68.62 mm de diámetro ecuatorial. El genotipo P32 fue más precoz en un 30% a Yaxchakú 2 en la floración a los 31 ddt. La población criolla Yaxchakú 2 tiene potencial para integrarse a un programa de fitomejoramiento por sus características agronómicas y rendimiento de frutos.

ABSTRACT

Sweet pepper is a genotype that is conserved and exploited by traditional producers in southeastern Mexico, due to its adaptation characteristics, flavor, and the economic income it generates. The objective of this study was to agronomically evaluate two regional sweet pepper genotypes (*Capsicum annuum* L.). The genotypes: P32 and yaxchakú2 were evaluated, the experiment was established in greenhouse under irrigation conditions in a completely random desing in the autumn-winter season of 2019 at the Mocochá Experimental Field, Yucatán (INIFAP). Germination (%), germination rate (germinated days^{-1}), plan height (mm), stem diameter (mm), flowering (%), fruit weight (g), length and diameter of the fruit(mm) and yield (g plant-1), were evaluated. The Yaxchakú2 genotype registered the highest germination percentage (90%), fruit size with 71.40 mm in length and 68.62 mm in equatorial diameter. The P32 genotype was 30% earlier than Yaxchakú2 in flowering at 31 ddt. The

Yaxchakú2 Creole population has the potential to join a plant breeding program due to its agronomic characteristics and fruit yield.

INTRODUCCIÓN

El chile dulce es un genotipo (*C. annuum*) que se distribuye en Yucatán, Campeche, Tabasco y la parte norte de Chiapas (Anuario 2008). Cultivado en diferentes sistemas de producción como a campo abierto y en condiciones protegidas, ambos bajo condiciones de riego. especie que sobresale por su particular sabor, color y usos culinarios, por ello durante el 2019, la superficie sembrada fue de 43.49 ha, con una producción de 500.42 ton y un rendimiento promedio de 11.51 ton ha^{-1} (SIAP 2019). Sin embargo, los materiales existentes no están caracterizados, además de que no se cuenta con variedades mejoradas. Por lo cual, se desconoce el potencial productivo de los materiales regionales de chile dulce que conservan y emplean los agricultores en sus sistemas tradicionales de producción. Además, existe muy poca disponibilidad de semilla y la existente presenta problemas de heterogeneidad en su viabilidad y vigor.

Con base a lo anterior se evaluó agronómicamente dos genotipos regionales de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) con el fin de conocer y aprovechar de forma sustentable su potencial agronómico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Mocochá, Yucatán.

Se evaluaron dos genotipos de chile dulce: P32 y Yaxchakú 2. Las semillas se obtuvieron del Banco de Germoplasma del C.E. Mocochá, Yucatán, estas se sembraron en charolas germinadoras con sustrato a base de musgo. Las plántulas de los genotipos se trasplantaron a los 38 días después de la siembra (dds), se establecieron en una estructura protegida bajo condiciones de riego en un diseño completamente al azar, cada genotipo consto de 24 plantas y la unidad experimental fue de una planta, la distancia de siembra fue de 40 cm entre plantas y 1 m entre surcos. El manejo agronómico del cultivo se realizó de acuerdo con el paquete tecnológico propuesto por Tun Dzul (2001).

Las variables agronómicas de respuesta fueron: porcentaje y tasa de germinación, altura de la planta, diámetro de tallo, porcentaje de floración, rendimiento, peso del fruto, longitud y diámetro ecuatorial de frutos. Los datos en porcentaje fueron transformados por la raíz cuadrada de arcoseno. A los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y

donde hubo diferencias se realizó una comparación de medias (Tukey P≤0.05). Se utilizó el software estadístico Statistica 7 (Statsoft, Tulsa, Ok, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la germinación se observaron diferencias estadísticas significativas (P≤ 0.05) a partir de 6 dds. El genotipo Yaxchakú 2 registró el mayor porcentaje de germinación a los 14 dds (90%) estadísticamente superior al genotipo P32 que obtuvo el 50% de germinación (Figura 1a). Así mismo el genotipo Yaxchakú 2 presentó la mayor tasa de germinación con 15.82 germinadas día^{-1} estadísticamente superior al genotipo P32 (Figura 1b). Con respecto a la altura y diámetro de tallo, Yaxchakú 2 registró valores superiores a P32 con 94.78 cm y 14.92 mm respectivamente (Figura 2). Estos resultados pueden atribuirse como respuesta al ambiente en el que se desarrollan los genotipos, como lo indican Latournerie *et al*. (2002) quienes mencionan que los atributos agromorfológicos presentan variabilidad fenotípica en accesiones de *Capsicum* en respuesta al ambiente. Por su parte, LINKIES *et al*. (2010) mencionan que las condiciones de almacenamiento están relacionadas con el deterioro en la viabilidad de las semillas.

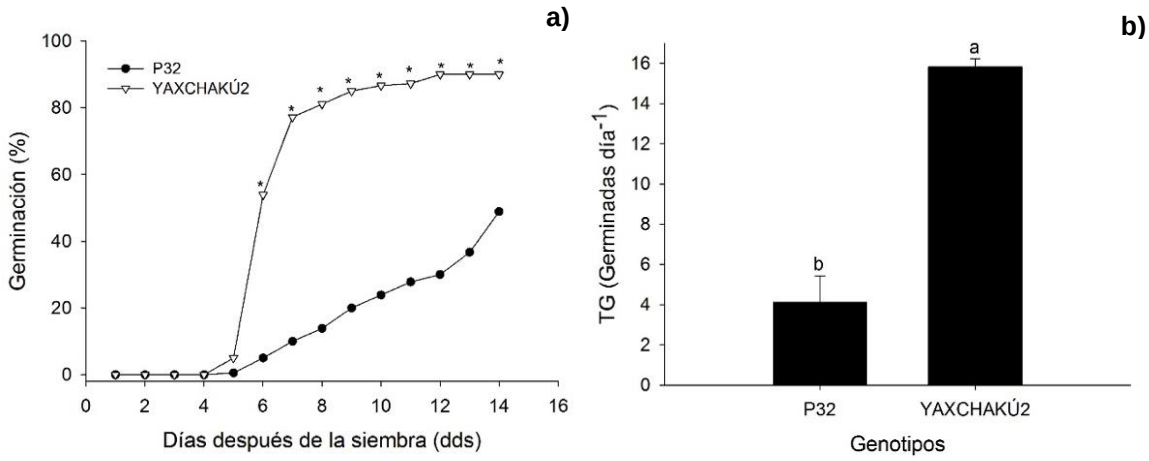


Figura 1. Germinación de semillas de *C. annuum.* **a)** Porcentaje de Germinación acumulada y **b)** Tasa de Germinación (TG). * y literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Tukey P≤0.05).

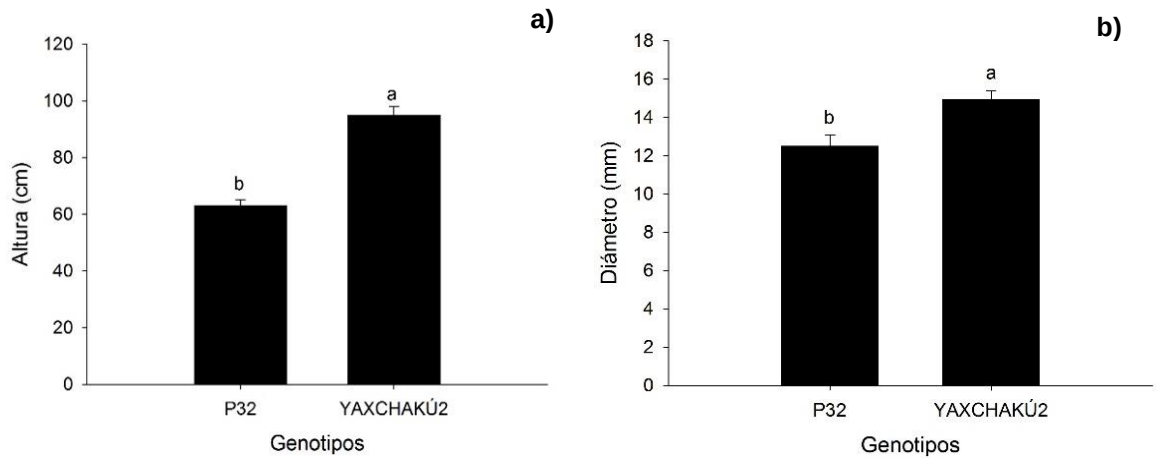


Figura 2. Parámetros agronómicos de *C. annuum.* **a)** Altura de la planta y **b)** Diámetro de tallo. Literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Tukey P≤0.05).

La floración inicio a los 24 días después del trasplante (ddt), el genotipo P32 alcanzó más del 50% de floración a los 31 ddt estadísticamente superior al genotipo Yaxchakú 2 que a los 38 ddt obtuvo este porcentaje. A los 52 ddt los dos genotipos alcanzaron el 100% de la floración. El genotipo P32 superó en un 30% al genotipo Yaxchakú 2 indicativo de su alta precocidad (Figura 3).

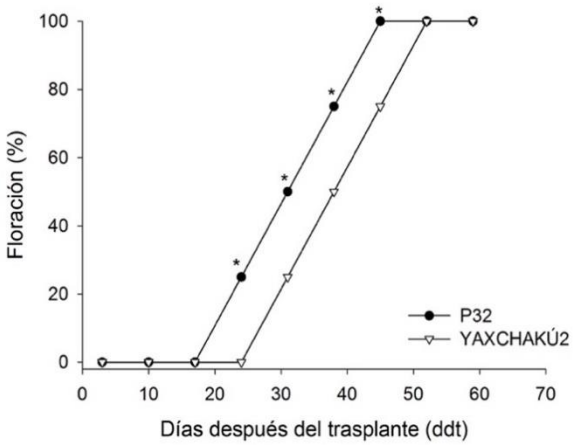


Figura 3. Dinámica de la floración en genotipos de *C. annuum*
(*) Indica diferencias estadísticas significativas (Tukey P≤0.05).

Los frutos de mayor tamaño se obtuvieron del genotipo Yaxchakú 2 con 71.40 mm de longitud y 68.62 mm de diámetro ecuatorial, superior en 17.80% con respecto a los frutos del genotipo

P32. Así mismo, el mayor peso del fruto se obtuvo del genotipo Yaxchakú 2 con 67.89 g. (Cuadro 1). Resultados similares a los obtenidos por Chávez y Castillo (1999) en características del fruto en chile manzano.

En cuanto al rendimiento el genotipo Yaxchakú 2 obtuvo el mayor valor con 2036.7 g planta^{-1} estadísticamente superior a la accesión P32 con 1694.4 g planta^{-1}, estos resultados son debido al potencial agronómico presente en cada genotipo, como lo indica Thakur (1993) quien reportó que el rendimiento de *C. annuum* está correlacionado con las características agronómicas de cada genotipo. También, Depestre *et al.* (1985) y Ramírez (1996), mencionan que las características fenotípicas son un componente muy importante en la determinación del rendimiento de fruto y pueden emplearse como indicativo para la selección de genotipos sobresalientes en campo.

Cuadro 1. Rendimiento, peso y tamaño de los frutos (longitud y diámetro ecuatorial) de *C. annuum.*

Genotipo	Rendimiento (g planta^{-1})	Peso del fruto (g)	Longitud del fruto (mm)	Diámetro ecuatorial (mm)
P32	1694.4 b	56.48 b	62.30 b	56.40 b
Yaxchakú 2	2036.7 a	67.89 a	71.40 a	68.62 a

Literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (Tukey P≤0.05).

CONCLUSIONES

La población criolla Yaxchakú 2 presenta potencial para integrarse a un programa de fitomejoramiento por sus características agronómicas y rendimiento de frutos, también se observó que las semillas del genotipo presentaron una alta viabilidad, por otra parte, el genotipo P32 presentó una precocidad de floración mayor al de Yaxchakú 2, sin embargo, no presentó características sobresalientes en cuanto a las variables agronómicas lo que pudiera atribuirse a las condiciones ambientales. La baja viabilidad en P32 sugiere evaluar la calidad de semilla en diferentes estados de madures y tiempos postcosecha del fruto, así como diferentes condiciones de almacenamiento.

REFERENCIAS

Anuario 2008. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola a Nivel estatal, Distrital y Municipal de Yucatán. SAGARPA. 330 p.

Chávez, S. J. L. y Castillo, G. 1999. Variabilidad en caracteres morfológicos de colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Rev. Fitotecnia, Mex. 22:27-41.

Depestre, T., Gómez, O. y Espinosa, J. 1985. Genetic parameters in pepper (*Capsicum annuum*). *Capsicum* & eggplant newsletter (Italia). 4: 28.

Latournerie, L., Chávez, J. L., Pérez, M., Castañón, G., Rodríguez, S., Arias, L. M. y Ramírez, P. 2002. Valoración *in situ* de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annuum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcabá, Yucatán. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 25 (1): 25-33.

Linkies, A., Graeber K., Knight C. & Leubner-Metzger G. The evolution of seeds. **New Phytologist**, v. 186, p. 817–831, 2010.

Ramírez, J. 1996. El Chile. Biodiversidad (México) 2: 8-14.

SIAP 2019. Anuario Estadístico de la Producción por Cultivo/variedad. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/ [Fecha de consulta 11 de julio de 2020].

Thakur, P.C. 1993. Correlation studies in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Capsicum* & Eggplant Newsletter (Italia). 12: 56-57.

Tun Dzul. J. C. 2001. Chile habanero: Características y tecnología de producción. SAGARPA Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Sureste. Mocochá, Yucatán, México. 74 p.

EFECTOS DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN A LARGO PLAZO EN CULTIVOS DE SOYA, SORGO Y MAÍZ

LONG-TERM EFFECTS OF CONSERVATION AGRICULTURE IN SOYBEAN, SORGHUM AND MAIZE CROPS

Patishtan-Pérez, Juan[1*]; Aguirre-Álvarez, Eduardo[2]; Rocha-Solórzano, Gabriel[3]; Delgado Martínez, Rafael[4]

[1]Campo Experimental Las Huastecas, CIRNE-INIFAP Carretera Tampico-Mante, Km. 55. Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas. [2]Prestador de servicios profesionales. Ex-investigador del INIFAP-Las Huastecas. [3]Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México. Desviación Lindero Tametate s/n. Col. La Morita, Tantoyuca, Veracruz. [4]Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario, Cd. Victoria, Tamaulipas.

***patishtan.juan@inifap.gob.mx; jpp504@alumni.york.ac.uk**

RESUMEN

La agricultura de conservación (AC) es el manejo integrado de los recursos naturales tales como agua, suelo, flora y fauna. Los componentes de la AC son el tipo de labranza, rotación y retención de residuos de cultivo. La AC puede contrarrestar las consecuencias negativas del cambio climático, mejorando las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo. La AC está siendo usada con éxito por productores de la región huasteca en una superficie conjunta de 100,000 ha. Sin embargo, se cuenta con información dispersa sobre la AC regional, por lo tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto acumulado, mediante componentes de rendimiento de diferentes labranzas de conservación en los cultivos soya, sorgo y maíz. El experimento fue realizado en el Sitio Experimental Ébano-INIFAP, en el oriente de San Luis Potosí del INIFAP durante el ciclo primavera-verano 2019. El manejo de los cultivos fue de acuerdo al paquete tecnológico generado por el INIFAP para la Planicie Huasteca. Las variables fueron sometidas a un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, los cuales fueron constituidos por parcelas de ocho surcos de 15 m de longitud. Cuando hubo efecto significativo (P≤0.05) en el análisis de varianza entre los tratamientos, se procedió a aplicar la prueba de comparación de medias de Tukey (P≤0.05). Los resultados de la investigación determinaron que no hay diferencia significativa entre labranzas de conservación para el rendimiento de soya y maíz. En cambio, el rendimiento de sorgo fue significativamente diferente entre labranzas de conservación (P≤0.05). Los rendimientos más altos fueron en los tratamientos de labranza cero con 50 y 100% de retención de residuos de cosecha. La investigación concluye que la AC puede incrementar los rendimientos de sorgo,

ahorrar en la preparación de suelo y mantener rendimientos estables de soya y maíz a pesar de la escasez de precipitación pluvial registrada durante el ciclo de los cultivos.

ABSTRACT

Conservation agriculture (CA) is integrated management of natural resources such as water, soil, flora and fauna. Previous research has established that CA include the type of tillage, crop rotation and the retention of crop residues. CA can counteract the negative consequences of climate change by improving the physical, biological and chemical soil properties. This approach is being successfully used across Las Huastecas, San Luis Potosí, Veracruz and Tamaulipas states. However, there are no documented findings, which can summarise the long-term effects of CA across different crops. Therefore, the aim was to investigate the cumulative impact of CA on soybean, sorghum and maize crops. The research was carried out at the Ébano-INIFAP Research Centre, which is located in eastern San Luis Potosí State. All agronomic practices for crops were followed according to the soybean, sorghum and maize technology package generated by INIFAP-Las Huastecas. Data analysis for crops were carried out using statistical software packages. One-way ANOVA was performed to different agronomic traits by crops. To test the differences between the means of the different traits of crops, Tukey's honest significant test (Tukey HSD; $P<0.05$) was used where significant differences were detected by ANOVAs. The findings showed that there was no significant difference between conservation tillage for soybean and corn yield. However, sorghum yield was significantly different between conservation tillage ($P\leq0.05$). The highest sorghum yields were found in the no-tillage treatments with 50 and 100% retention of crop residues. The research concludes that CA can increase sorghum yields and maintain stable soybean and corn yields. The long-term effect of CA varies among crops and probably between seasons. Furthermore, there were correlations between the root and shoot biomass. The higher the shoot biomass of crops that is retained the lower the water-loss by evaporation. CA has the potential to increase profits by harvesting crops twice per year, remediating degradation of soils and maintaining drop diversification to increase productivity and stabilises income of smallholders and big farmers.

INTRODUCCIÓN

La agricultura de conservación (AC) es el manejo integral de recursos naturales tales como agua, suelo, flora y fauna (Choudhary et al., 2016). Está fundamentada en tres principios, los cuales son remoción mecánica mínima del suelo, rotación de cultivos y retención de residuos de cosecha. Además, el manejo integrado de malezas, plagas y enfermedades es esencial. Extensa investigación ha demostrado que las prácticas de AC reducen la erosión del suelo y

aumentan la materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y disponibilidad de nutrientes en el suelo. Además, este conjunto de prácticas disminuye la evaporación y escurrimiento de agua en el suelo (Govaerts et al., 2015).

Se practica la agricultura de conservación en ~41,000 ha en México (Kassam *et al.*, 2019). Sin embargo, muchos agricultores practican labranza de conservación que es sinónimo de agricultura de conservación. El tipo de labranza de conservación es usando multiarado para la preparación de suelo. Las especies comunes para la rotación son soya, sorgo, maíz, frijol, cártamo y ajonjolí. Mientras que la retención de residuos de cosecha varía de 25 a 100%. Usando los tres componentes de labranza de conservación, los productores han incrementado a dos ciclos de cosecha por año, disminuido los costos de preparación suelo e incrementado los rendimientos de los cultivos (Aguirre-Álvarez y Loredo-Pérez, 2012; Aguirre-Álvarez, 2008). Sin embargo, se cuenta con información dispersa sobre la AC regional, por lo tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto acumulado, mediante componentes de rendimiento de diferentes labranzas de conservación en los cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y material genético

El experimento fue realizado en el Sitio Experimental Ébano-INIFAP, en el oriente de San Luis Potosí del INIFAP durante el ciclo primavera-verano 2019. Esta zona es caracterizada por tener suelos fértiles con topografía plana. La investigación consistió en evaluar el efecto acumulado, mediante el rendimiento, de 17 años (2002-2019) de cuatro tipos de labranzas de conservación en tres cultivos. Las parcelas experimentales fueron reconstruidas y agrupadas en secciones con una separación de seis metros cada una. Cada parcela fue de 128 m^2 con una longitud de 20 m y 6.4 m de ancho. Los cultivos evaluados fueron soya, sorgo y maíz. Los híbridos/cultivares de cada especie fueron Huasteca 400, DK-47 y Pioneer-3966, respectivamente. Para obtener crecimiento y desarrollo uniforme de los cultivos, el manejo agronómico fue de acuerdo al paquete tecnológico de cada cultivo y supervisado por técnicos especializados del Sitio Experimental-INIFAP.

Análisis estadístico

Para analizar el efecto de la labranza y porcentaje de retención de residuos, los datos fueron agrupados en seis tratamientos. Los tratamientos fueron ordenados de la siguiente manera.

Preparación de suelo convencional con arado y dos pasos de rastra sin retención de residuos de cosecha (LC 0%), labranza de conservación con multiarado o cincel y rastra con 50 y 100% de retención de residuos (LCM 50%; LCM 100%), labranza mínima con dos pasos de rastra sin retención de residuos (LM 0%) y labranza de conservación cero con 50 y 100% de retención de residuos (LCC 50%; LCC 100%).

Las variables fueron sometidas a un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, los cuales fueron constituidos por parcelas de ocho surcos de 15 m de longitud. Sin embargo, el muestreo de las variables fue en dos surcos centrales de cinco metros de longitud dando un área de 8 m^2 de cada unidad experimental. Cuando hubo efecto significativo del análisis de varianza ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, se procedió a aplicar la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$). Para cuantificar la asociación entre las variables de cada cultivo, los subconjuntos de datos promedios fueron sometidos a modelos de correlación de Pearson. Los análisis estadísticos fueron conducidos mediante Statistical Analysis System (SAS 9.4) y R (SAS Institute, 2011; R Development Core Team, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hoy en día, la demanda de cantidad y calidad alimentos es enorme. Sin embargo, la superficie agrícola cada año es menor por el incremento poblacional. Aún más, los suelos agrícolas tienen desbalance de iones, residuos de insecticidas, compactación por el tránsito de maquinaria agrícola y limitada cantidad de agua. Como resultado, las malas prácticas de labranza han provocado la erosión y pérdida de fertilidad de suelos. Por otro lado, las lluvias no solamente han disminuido en cantidad sino también no coinciden con los ciclos de cultivos. Ante este escenario, es esencial y prioritario adoptar labranzas de conservación del suelo que puedan recuperar la homeostasis física, biológica y química del suelo.

Germinación de semillas y población de plantas

Los análisis estadísticos determinaron que no hubo diferencia significativa entre las labranzas de conservación para la emergencia de plántulas. Sin embargo, la población de plantas fue significativamente diferente entre labranzas de conservación en el cultivo de soya durante la fase de cosecha ($P \leq 0.05$).

Biomasa radicular y foliar de cultivos

Diferentes estudios han demostrado que las raíces bien desarrolladas absorben grandes cantidades agua, nutrientes y están asociadas a la acumulación de la biomasa foliar (Bourdôt *et al.*, 1998; Zhang *et al.*, 2009). A una edad de 60 días, la biomasa radicular y foliar de soya y maíz no fue significativamente diferente entre tratamientos. Sin embargo, la biomasa radicular y foliar de sorgo fue significativamente diferente entre labranzas de conservación (P≤0.05).

Los análisis de regresión cuantificaron que si existe relación entre la biomasa radicular y biomasa foliar de los cultivos. Es decir, las plantas con biomasa alta radicular podrían tener mayor potencial de absorber, transportar, distribuir agua y nutrimentos en comparación a las plantas con raíces pequeñas. Como resultado, las plantas acumulan grandes cantidades de biomasa foliar (Figura 1).

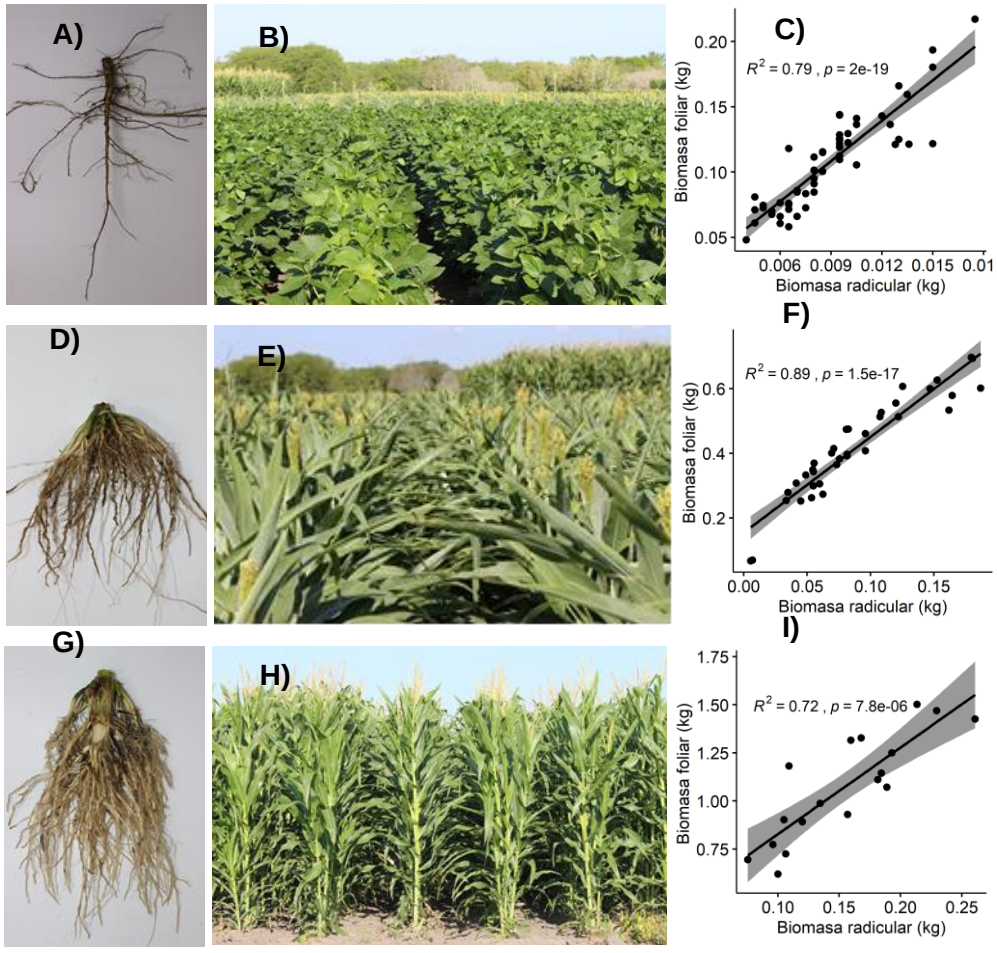


Figura 1. Biomasa radicular, foliar y correlaciones entre biomasa radicular y biomasa foliar de cultivos de soya (**A-C**), sorgo (**D-F**) y maíz (**G-H**). **Correlación significativo al nivel P≤ 0.01.

Rendimiento de soya, sorgo y maíz

Los cultivos de soya Huasteca 400, sorgo DK-47 y maíz Pioneer-3966 completaron sus ciclos entre 130 días y 150 días. De acuerdo a investigaciones previas, el rendimiento de soya es de alrededor de 1.0 a 2.6 t ha^{-1}. Los resultados de la investigación determinaron que no hay diferencia significativa entre labranzas de conservación para el rendimiento de la soya Huasteca 400 (Figura 2). El rendimiento promedio obtenido fue de 2.3 a 2.5 t ha^{-1}, el cual está en el rango de rendimiento documentado por Maldonado Moreno *et al.* (2010).

En cambio, el rendimiento de sorgo fue significativamente diferente entre labranzas de conservación (P≤0.05). Los rendimientos más altos fueron en los tratamientos de labranza cero con 50 y 100% de retención de residuos de cosecha (Figura 2). Mientras que el rendimiento más bajo fue en la labranza de multiarado con 50% de retención de residuos. El rendimiento promedio registrado fue entre 3.0 y 3.8 t ha^{-1}, el cual fue superior a lo reportado por Williams-Alanís *et al.* (2009). Por otro lado, los análisis determinaron que no hay diferencia significativa entre labranzas de conservación para el rendimiento de maíz (Figura 2). El rendimiento promedio fue entre 7.2 y 7.6 t ha^{-1}. La variación de rendimiento de los cultivos pudo ser atribuida a la dosis de fertilización química, plagas, láminas de riego de auxilio y condiciones ambientales.

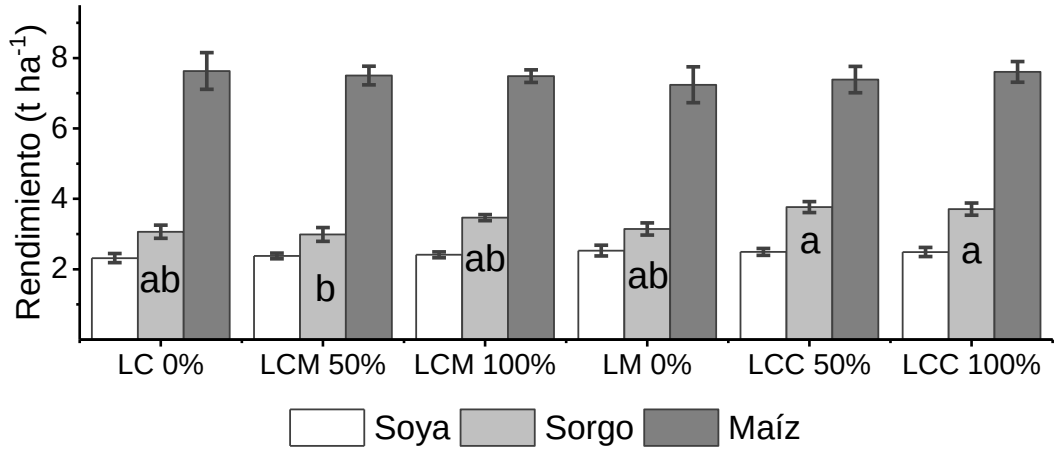


Figura 2. Rendimiento de soya, sorgo y maíz en diferentes labranzas de conservación y porcentaje de retención de residuos de cosecha. Valores promedios con letras diferentes son significativamente diferentes entre labranzas de conservación. Diferencia Honestamente Significativa de Tukey (HSD de Tukey; P<0.05).

Retención de residuos de cultivo y humedad en el suelo

La retención de residuos de cosecha mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Li *et al.*, 2018). El análisis demostró que, si existió diferencia significativa entre la biomasa seca de los cultivos. Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre la biomasa seca del sorgo y maíz. Cultivos como soya y frijol que fija N atmosférico, los residuos de estos cultivos podrían ser retenidos al 100%. Mientras que los cultivos de sorgo y maíz, el porcentaje de retención de residuos puede ser de 25 a 100%. La retención de residuos al 100% de maíz y sorgo podría contribuir en el contenido de materia orgánica del suelo. Sin embargo, la degradación necesita ser acelerada aplicando hongos/bacterias especializadas para la desintegración. Los beneficios inmediatos de la labranza de conservación es la reducción de perdida de agua por evaporación. Esta investigación encontró que las parcelas de con 50 y 100% de retención de residuos de cosecha, la humedad del suelo fue significativamente diferente entre tratamientos ($P \leq 0.05$). El tratamiento labranza convencional fue el que tuvo menor humedad en el suelo después de cuatro semanas del primer riego.

CONCLUSIONES

La investigación concluye que la AC puede mantener e incrementar los rendimientos de soya, maíz y sorgo. Sin embargo, el efecto de la labranza de conservación varía entre cultivos. Existió una correlación positiva entre la biomasa radicular y aérea. La retención de residuos de cosecha permitió conservar humedad del suelo después de un riego. Las prácticas de labranza de conservación tienen potencial de incrementar ciclos de cultivo por año, reducir costos de producción alrededor de 20% en comparación a la labranza convencional, obtener rendimientos altos, bioremediar suelos degradados y diversificar cultivos de producción para evitar sobreoferta de granos básicos.

REFERENCIAS

Aguirre-Álvarez, E. (2008). Agricultura de conservación para producir soya, sorgo y cártamo bajo temporal en la planicie Huasteca.

Aguirre-Álvarez, E. & Loredo-Pérez, R. (2012). Cultivo de la Soya en Condiciones de Agricultura de Conservación y Riego por Goteo.

Bourdôt, G., Leathwick, D., Hurrell, G. & Saville, D. (1998).Relationship between aerial shoot and root biomass in Californian thistle. In *Proceedings of the New Zealand Plant Protection Conference*, Vol. 51, 28-32.

Choudhary, M., Ghasal, P. C., Kumar, S., Yadav, R., Singh, S., Meena, V. S. & Bisht, J. K. (2016).Conservation agriculture and climate change: an overview. In *Conservation Agriculture*, 1-37: Springer.

Govaerts, B., Morales, R., Chocobar, A. & Delgado, F. (2015).La agricultura de conservacion un sistema sustentable. Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT), Mexico DF (Mexico).

Kassam, A., Friedrich, T. & Derpsch, R. J. I. J. o. E. S. (2019). Global spread of conservation agriculture. 76(1): 29-51.

Li, Y., Chang, S. X., Tian, L., Zhang, Q. J. S. B. & Biochemistry (2018). Conservation agriculture practices increase soil microbial biomass carbon and nitrogen in agricultural soils: A global meta-analysis. 121: 50-58.

Maldonado Moreno, N., Ascencio Luciano, G. & Gill Langarica, H. R. J. R. m. d. c. a. (2010). Huasteca 400, Nueva variedad de soya para el sur de Tamaulipas, oriente de San Luis Potosí y Norte de Veracruz. 1(5): 687-692.

R Development Core Team (2016). A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.*

SAS Institute, I. (2011).SAS 9.3. Software. SAS Institute, Inc. Cary, NC.

Williams-Alanís, H., Pecina-Quintero, V., Montes-García, N., Zavala-García, F., Arcos-Cavazos, G. & Gámez-Vázquez, A. J. J. R. m. d. f. (2009). Evaluación de Híbridos de Sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench.] para Resistencia a Pudrición Carbonosa [Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid.] en Tamaulipas, México. 27(1): 69-72.

Zhang, H., Xue, Y., Wang, Z., Yang, J. & Zhang, J. J. F. C. R. (2009). Morphological and physiological traits of roots and their relationships with shoot growth in “super” rice. 113(1): 31-40.

EFECTO DE LA COMPETENCIA INTRAESPECIFICA EN EL RENDIMIENTO DE FRUTO DE GUAYABO EN ALTA DENSIDAD

EFFECT OF THE INTRASPECIFIC COMPETENCE ON THE FRUIT YIELD OF GUAVA TREES AT HIGH DENSITY

J. Saúl Padilla Ramírez, Ernesto González Gaona, Víctor M. Rodríguez Moreno, Luis A. Díaz García y Efraín Acosta Díaz

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. C.P. 20668. jsaulprmez@yahoo.com

RESUMEN

México es uno de los principales países productores de guayaba y cuenta con una superficie cultivada de 21,566 has y una producción anual de 300 mil toneladas. El sistema tradicional de plantación en la región “Calvillo-Cañones” ha sido en marco real utilizando 204 árboles ha^{-1} (7 x 7 m). No obstante, se ha observado una tendencia a incrementar las densidades de plantación para elevar la producción por unidad de superficie. Sin embargo, estos sistemas son afectados por la competencia intraespecífica (luz, agua, nutrientes, etc.) y no reflejar una mayor productividad. El objetivo fue estudiar el efecto de la competencia intraespecífica en el rendimiento de fruto de guayabos establecidos en alta densidad. El trabajo se realizó en el Sitio Experimental “Los Cañones” del INIFAP, ubicado en Huanusco, Zac., e incluyó tres ciclos de producción (2017-2019), donde se evaluó el rendimiento, número y tamaño promedio de fruto de árboles de guayabo con una densidad de 2,500 árboles ha^{-1} (2 x 2 m). El lote experimental cuenta con cuatro líneas de diez árboles cada una, con una edad al inicio del estudio de nueve años. Las variables, se analizaron bajo un diseño de bloques al azar con 10 repeticiones, considerando cada árbol como una unidad experimental y además se hicieron análisis de regresión. Los resultados mostraron una severa reducción del rendimiento y número de frutos de hasta un 69% por efecto de la competencia intraespecífica en los árboles de guayabo establecidos en alta densidad, no obstante en el tamaño de fruto no se observó una tendencia clara.

ABSTRACT

México is one of the main guava producers and there is a cultivated area of 21,566 has and an annual production of 300 thousand tons. The traditional plantation system at the Calvillo-Cañones” region has been using 204 trees ha^{-1} (7 x 7 m). Nevertheless, it has been observed a tendency to increase plant densities, as a way to increase production per unit area. However, the high plant density systems could be effected by intraspecific competence (light, water,

nutrients) and not reflect a greater productivity. The objective of this work was to study the effect of the intraspecific competence on the fruit yield of guava trees at high density. The study was conducted during three production cycles (2017-2019) at the Experimental Site “Los Cañones” which belongs to the INIFAP, and is located in Huanusco, Zac. The following variables were registered: fruit yield, fruit number and average fruit weight. The experimental plot had four lines with 10 guava trees each one, planted at a density of 2,500 trees ha^{-1} (2 x 2 m). Age of trees at the beginning of the study was nine years. All variables were analyzed using a randomized complete block design, as well regression analysis. The results showed a severe reduction on yield and fruit number up to 69%, due to the effect of the intraspecific competence of guava trees established at high density. Although, fruit size did not show a clear tendency.

INTRODUCCION

Según la FAO (2020), se estimó que la producción mundial de guayaba en 2018, fue de 7.8 millones de toneladas, de las cuales 5.1, se produjeron en Asia; 1.25 en África y 0.86 en América Latina y el caribe. En Asía, los principales países productores de guayaba son la India y Paquistán con 4.1 y 0.49 millones de toneladas anuales, respectivamente. En África sobresalen Sudan con 0.47 y Egipto con 0.31 millones de toneladas, mientras que en América Latina, Brasil y México son los principales productores de guayaba con 0.35 y 0.30 millones de toneladas por año, respectivamente (Mendes et al., 2016). Lo anterior, revela la gran importancia que tiene este frutal, tanto a nivel mundial, como en nuestro país. Por la superficie, el guayabo está entre las primeras 10 especies frutícolas cultivadas en México, con 21,566 hectáreas en promedio durante el periodo 2015-2019 y los principales estados productores son Michoacán (10,931 has), Aguascalientes (6,243 has) y Zacatecas (2,892 has), que en conjunto representan el 93% de la superficie total (SIAP, 2020).

En la región productora “Calvillo-Cañones” que incluye los municipios de Calvillo, Ags., y de Huanusco, Jalpa, Apozol y Juchipila, principalmente en el estado de Zacatecas, el guayabo tiene una larga historia de su cultivo con más de 100 años, especialmente en Calvillo, Ags., de donde pasó a la región de “Los Cañones”, en Zacatecas. Las huertas fueron establecidas, utilizando entre 204 y 234 árboles ha^{-1}, en sistemas de marco real o tresbolillo, respectivamente a una distancia de 7.0 x 7.0 m (González et al., 2002), lo cual ha prevalecido hasta los últimos 25 a 30 años. Sin embargo, a nivel internacional ha surgido una tendencia en el establecimiento de árboles frutales, tanto de climas templados, como tropicales y subtropicales, de mayores densidades de árboles ha^{-1}, como una estrategia de incrementar la producción por unidad de superficie.

Mitra et al., (1984), señalan que el incremento del rendimiento de fruto por unidad de área en el guayabo es posible con altas densidades de plantación. En México, las nuevas plantaciones en México, se han establecido utilizando 666 árboles ha^{-1} (González, et al. 2002), además se reportan estudios en los cuales se evaluó el rendimiento de fruto de selecciones de guayabo, donde la densidad de árboles ha^{-1} fue de 1,111 (3 x 3 m) y de 5,000 (2 x 1 m) árboles ha^{-1} (Padilla et al., 2007; Padilla et al., 2017).

Singh et al., (2007), reportaron un estudio en el cual evaluaron cuatro densidades de plantación sobre el desarrollo, rendimiento y calidad de fruto y la penetración de luz en el cultivo de guayabo. Los resultados mostraron que la altura de las plantas fue mayor, pero con menor volumen de copa en la densidad de 2,222 plantas ha^{-1}. El rendimiento de fruto fue mayor en la densidad de 3.0 x 6.0 m, comparado con el observado en la densidad más alta, sin embargo, la producción por unidad de área fue más alta en la densidad de 1.5 x 3.0 m. En las menores densidades (6.0 x 6.0 m y 3.0 x 6.0 m), se obtuvieron frutos de más peso y con mayor contenido de solidos solubles totales y vitamina C. Finalmente, señalan que la radiación fotosintéticamente activa (RFA) fue menor en los árboles más cercanos, comparado con árboles más espaciados, y concluyen que la penetración de la luz fue mejor en las densidades más bajas. Es importante mencionar que en los sistemas de altas densidades, se deben considerar diversos aspectos que pueden afectar la producción y calidad de los frutos, ya que se genera una competencia por los recursos tales como: agua, luz y nutrientes, por lo cual podrían no verse reflejados en una mayor productividad. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la competencia intraespecífica en el rendimiento de fruto de guayabos establecidos en alta densidad.

MATERIALES Y METODOS

Localización y características del área de estudio

El estudio se realizó en el Sitio Experimental “Los Cañones” del INIFAP, ubicado en el municipio de Huanuasco, Zacatecas (Latitud 21° 44.7’norte; Longitud 102° 58.0’ oeste; Altitud de 1,508 msnm). El clima en la región es semi-seco, semi-cálido del tipo BS_1 hw(w), de acuerdo con la clasificación de García (1981). La temperatura media anual es de 20.1 °C, la media anual máxima es de 30.4 °C y la mínima es de 9.8 °C. La precipitación promedio anual es de 550 mm, de los cuales aproximadamente el 80% ocurre durante el verano. Algunas de las características fisco-químicas del suelo son: Textura franco-arcillosa; densidad aparente de 1.0 g cm^{-3}; pH alcalino de 8.5; conductividad eléctrica baja de 0.74 ds m^{-1} sin problema de sales y un contenido medio de materia orgánica de 2.2%.

Manejo anual del cultivo y variables registradas

La aplicación de riegos se realizó a través de un sistema de riego por micro-aspersión, con riegos semanales durante aproximadamente ocho meses del ciclo del cultivo, a partir de la poda, la cual se realizó en marzo de cada año. La fertilización fue suministrada mediante el sistema de riego, con una dosis anual aplicada de 90-90-90 para N-P_2O_5-K_2O, respectivamente, cubriendo principalmente las etapas de brotación, floración, amarre y desarrollo del fruto. Se realizaron deshierbes manuales para el control de las malezas; las plagas y enfermedades se controlaron según las recomendaciones para el cultivo de guayabo en la región Calvillo-Cañones (González, 2002). El manejo del cultivo de guayabo en la región de estudio tiene un ciclo anual de producción el cual se inicia después del periodo de "calmeo" que es una práctica común durante la cual se suspende la aplicación del riegos durante 2 a 4 meses, induciendo a la planta a un estado de quiescencia por el estrés hídrico impuesto. El calmeo se indujo al final de la cosecha del ciclo anterior y se utiliza para programar la cosecha del nuevo ciclo, la cual se obtiene entre 7 a 8 meses después de la poda y aplicación del primer riego. Otra razón del calmeo, es evadir el daño en los árboles por bajas temperaturas durante los meses de diciembre a febrero, principalmente (Perales et al., 2002)

El lote experimental incluyó cuatro líneas con 10 árboles de guayabo cada una, establecidos en un sistema de alta densidad con 2.0 m de separación entre líneas y 2.0 m entre plantas (2,500 plantas ha^{-1}). La edad de las plantas, al inicio del estudio fue de nueve años. Las plantas se obtuvieron de material propagado por acodo aéreo del Banco de germoplasma del INIFAP. Las variables registradas en cada uno de los tres ciclos de producción (2017 a 2019) fueron: rendimiento y número de frutos por árbol y el peso promedio por fruto. La cosecha se realizó cada semana en los meses de septiembre a octubre, cuando los frutos presentaban un color externo verde-amarillo o amarillo que corresponden a las etapas 3-4 de maduración según la escala para guayaba propuesta por Padilla et al., (2002). Las variables promedio registradas durante los tres años del estudio se analizaron utilizando un diseño de bloques al azar con 10 repeticiones y la unidad experimental consistió de un árbol. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS versión 8 (SAS Institute, 1999) y además se realizaron análisis de regresión para estimar el comportamiento productivo debido a la competencia intraespecífica entre árboles.

RESULTADOS Y DISCUSION

El ANVA del rendimiento y número de frutos mostró diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre líneas y entre los árboles dentro de cada línea, mientras que en el peso

promedio del fruto no se observó significancia estadística en ninguno de los factores de variación.

El promedio del rendimiento de fruto fue mayor en los árboles de la línea 1, en comparación al resto de las líneas de árboles hacia el interior del lote experimental, que mostraron una reducción en promedio de un 69%, al pasar de 9.9 kg árbol^{-1} en la primera línea a solo 3.0 kg árbol^{-1} en el resto de la líneas (Figura 1, arriba, izquierda). Esta respuesta, se atribuye a que la línea 1, no tuvo competencia completa, mientras que las otras tres líneas estuvieron sometidas a la competencia intraespecífica en ambos lados. En cuanto al rendimiento promedio de fruto por árbol, también se observó una reducción en los árboles del centro de la línea debido a la competencia, con una reducción muy marcada en el tercero y cuarto árbol, sin que se apreciara una recuperación al final de la línea. El análisis de regresión, se realizó utilizando una ecuación polinómica de segundo grado, la cual mostró una R^2 de 0.54 (Figura 1, arriba, derecha). El porcentaje de reducción estimado con respecto al árbol 1, varió desde un 22 a un 68% por efecto de la competencia intraespecífica, según lo posición del árbol dentro de la línea. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Brar et al., (2009), donde evaluaron la distribución de la radiación solar en plantas de guayabo establecidos en diferentes densidades, señalando que una menor densidad de 420 árboles ha^{-1} (6 x 4 m) fue la mejor con respecto a la intercepción de la radiación y que mayores densidades disminuyeron el rendimiento y la calidad de fruto.

El promedio del número de frutos árbol^{-1} por su parte, siguió una tendencia similar a la del rendimiento de fruto. El promedio del número de frutos en los árboles de la línea 1, fue de 174 frutos árbol^{-1}, en comparación a un promedio de solo 53 frutos árbol^{-1} en las líneas 2 a 4 (Figura 1, en medio, izq. y der.). Lo anterior, significó una reducción de más del 65% en la producción de frutos árbol^{-1} por la competencia intraespecífica, ya que como se indicó, la línea 1 no tuvo competencia completa, mientras que el resto de las líneas si la tuvieron. El promedio del número de frutos árbol^{-1} mostró un patrón similar al del rendimiento, con un mayor número de frutos en el árbol 1 (204 frutos árbol^{-1}) y una marcada reducción en los siguientes árboles hacia el interior de la línea, a partir del tercer y cuarto árbol. Pal y Lal (2015), reportaron resultados similares, donde plantas de guayabo en alta densidad tuvieron menor amarre y retención de fruto, atribuido principalmente a la competencia por luz, debido al traslape de ramas, lo cual puede reducir la actividad fotosintética de las plantas. La ecuación de la regresión polinómica tuvo una R^2 de 0.55, y estima la mayor reducción del número de frutos en la parte media de los árboles de hasta un 70% en comparación al árbol 1.

Respecto al promedio del peso del fruto, no se observaron efectos significativos por la competencia intraespecífica entre los árboles de guayabo. El peso promedio del fruto en las cuatro líneas varió de 50 a 60 g fruto^{-1} (Figura 1, abajo, izquierda), siendo incluso ligeramente mayor en la línea 4, lo cual se atribuye a que esta línea fue la que menor número de fruto mostró, por lo que los frutos lograron un tamaño ligeramente mayor, no obstante la competencia. En contraste, Singh et al., (2007) reportaron frutos de menor tamaño en guayabos en altas densidades, donde la penetración de la radiación solar fue menor. El promedio del peso de los frutos por árbol, tampoco reveló una tendencia clara del efecto de la competencia entre los árboles, lo cual se manifestó en el bajo valor obtenido de la R^2 (0.19) de la ecuación polinómica (Fig. 1, abajo, derecha). Los árboles con los menores valores del peso del fruto fueron: el A-5, A-6, A-8 y A-9 con un promedio de 46.3 g fruto^{-1}, mientras que los árboles que tuvieron los frutos de mayor tamaño fueron: A-1, A-3, A-4 y A-7 con un promedio de 65.0 g fruto^{-1}.

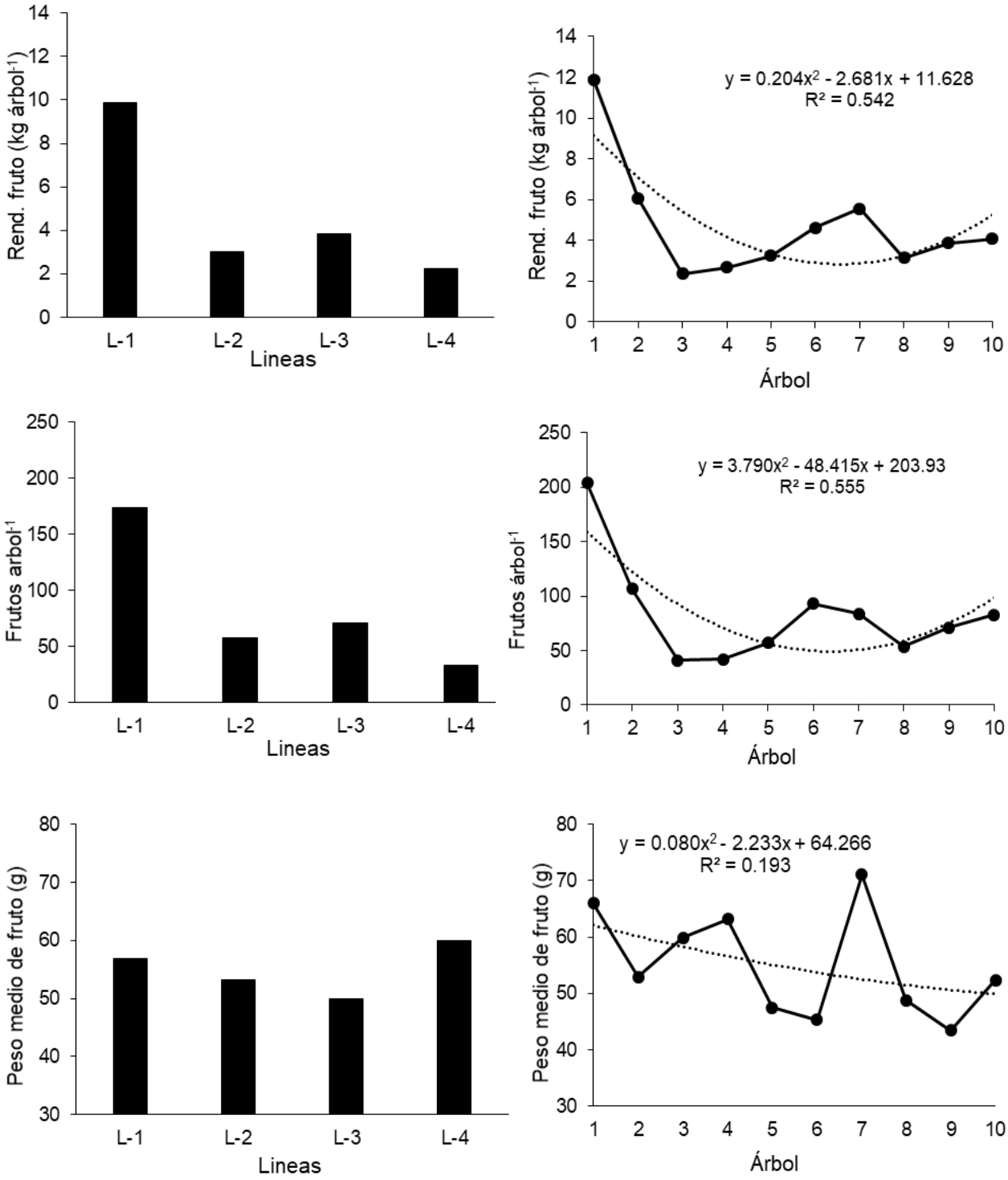


Figura 1. Promedios por línea (izquierda) y por árbol (derecha) del rendimiento de fruto (kg árbol^{-1}), número de frutos árbol^{-1} y peso de fruto (g) de árboles de guayabo establecidos en

un lote de alta densidad (2 x 2 m), durante tres ciclos de producción (2017-2019). INIFAP-Sitio Experimental “Los Cañones”. Huanusco, Zac.

CONCLUSIONES

La competencia intraespecífica generada entre los árboles de guayabo establecidos en alta densidad (2,500 árboles ha^{-1}), afectó considerablemente el rendimiento y el número de frutos, hasta en un 70%, respecto a los árboles sometidos a una menor competencia. El peso medio del fruto no mostró una tendencia clara del efecto de la competencia. Se sugiere que para establecer un sistema de alta densidad en guayabo se integren prácticas de manejo agronómico específicas, así como genotipos con un desarrollo más compacto, para que se refleje en una mayor productividad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al personal técnico del INIFAP que labora en el Sitio Experimental “Los Cañones” (Rocío, Gina, Chuy, Fernando y Martin) por el apoyo en el manejo agronómico de los árboles, así como por la captura de la información.

REFERENCIAS

Brar J. S., Bal J.S. and Singh S. P. 2009. Radiant energy distribution in guava (*Psidium guajava* L.) plants at different spacings. J. of Agrometeorology 11(2):135-139.

FAO. 2020. Las principales frutas tropicales. Análisis del mercado 2018. Roma. pp. 18.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). DF. México. 246 p.

González G. E., Perales de la C. M. A. y Esquivel V. F. 2002. Establecimiento de la huerta. *In*: Guayaba. Su cultivo en México. Libro Técnico No.1. González G.E., Padilla R.J.S., Reyes M.L. Perales de la C.M.A. y Esquivel V.F. (Eds.). INIFAP-CIRNOC. Campo Experimental Pabellón. pp. 58-64.

González G. E. 2002. Control de plagas insectiles. *In*: Guayaba. Su cultivo en México. Libro Técnico No.1. González G.E., Padilla R.J.S., Reyes M.L. Perales de la C.M.A. y Esquivel V.F. (Eds.). INIFAP-CIRNOC. Campo Experimental Pabellón. pp. 86-109.

Mendes P. F., Usman M., Mayer N. A., Costa N. J., Mbongeni M. O. R. and Willemse S. 2016. Advances in guava propagation. Rev. Bras. Frutic. Vol. 39 (n.4): (e-358). DOI 10.1590/0100-29452017358.

Mitra S. K., Sen S. K., Maiti S. C. and Bose T. K.1984. Effect of plant density on growth, yield and fruit quality in guava. Bangladesh Hort., 12: 7-9.

Padilla R. J. S. 2002. Cosecha y postcosecha. *In*: Guayaba. Su cultivo en México. Libro Técnico No.1. González G.E., Padilla R.J.S., Reyes M.L. Perales de la C.M.A. y Esquivel V.F. (Eds.). INIFAP-CIRNOC. Campo Experimental Pabellón. pp. 134-144.

Padilla R. J. S., González G. E., Perales de la C. M. A., Gutiérrez A. F. y Mayek P. N. 2007. Fruit yield of twelve outstanding selections of guava (*Psidium guajava*) from the Calvillo-Cañones region, Mexico. Acta Hort. 735:25-30.

Padilla R. J. S., Rodríguez M. V. M., González G. E., Osuna C. E. S. y Pérez B. M. H. 2017. Influencia de paclobutrazol en el crecimiento de brotes y rendimiento de *Psidum guajava* L. en alta densidad. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp. Núm. 19. pp. 3965-3977.

Pal M. and Lal S. 2015. Effect of different high density planting on growth and yield of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Pant Prabhat. Int. J. of Basic and Applied Agricultural Research. 13(3):420-425.

Perales de la C. M. A., Padilla R. J. S., Esquivel V. F. y González G. E. 2002. Manejo agronómico. *In*: Guayaba. Su cultivo en México. Libro Técnico No.1. González G.E., Padilla R.J.S., Reyes M.L. Perales de la C.M.A. y Esquivel V.F. (Eds.). INIFAP-CIRNOC. Campo Experimental Pabellón. pp. 65-85.

SAS. 1999. Statistical Analysis System. Institute. SAS. User's guide. Statistics. Version 8. SAS Inst., Cary, NC. USA. Quality, and elemental removal. J. Environ. Qual. 19:749-756.

SIAP. 2020. https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119. Consultada el 28 de julio de 2020.

Singh G., Singh A.K. and Mishra D. 2007. High density planting in guava. Acta Hort. 735:235-241.

LA TECNOLOGIA EN LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

TECHNOLOGY IN PRECISION AGRICULTURE

Soto-Álvarez, Claudia Elena*; Ruíz-Ortega, Francisco Javier; Rodríguez-Torres, María Estela; Duarte-Ramírez, Rosario; Martínez-Rodríguez, Dora Ofelia

Tecnológico Nacional de México – Campus Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón, Coahuila, México. *Autor responsable: clausotoitt@hotmail.com

RESUMEN

Actualmente las Tecnología se han vuelto parte de la vida cotidiana del agricultor, convirtiendo a la agricultura moderna (Agricultura de Precisión) más en una ciencia que en arte. El objetivo de estos avances tecnológicos es mejorar la productividad, la eficiencia, el tiempo y el cuidado del medio ambiente. Hoy en día el uso de una computadora o un celular pueden convertirse en potentes instrumentos para aumentar la productividad de muchos agricultores. Herramientas como internet nos permiten descargar un sin número de software y aplicaciones cuyas características le permiten a los productores manejar variables para el beneficio de sus cultivos. Algunos de ellos como lo mencionamos en este documento tractores inteligentes, aviones no tripulados para uso agrícola, sensores para monitorización en línea, Controles de plagas inteligentes a través de sensores remotos y muchos más que actualmente existen en el mercado. Con este tipo de investigación se busca que la información llegue a más agricultores que deseen optimizar sus procesos y hacer un uso más eficiente de los recursos aplicando el uso de la tecnología.

ABSTRACT

Nowadays, Technology has become part of the daily life of the farmer, turning modern agriculture (Precision Agriculture) more into a science than an art. The objective of these technological advances is to improve productivity, efficiency, time and care for the environment. Today the use of a computer or a cell phone can become powerful tools to increase the productivity of many farmers. Tools such as the internet allow us to download a number of software and applications whose characteristics allow producers to manage variables for the benefit of their crops. Some of them, as we mention in this document, intelligent tractors, drones for agricultural use, sensors for online monitoring, intelligent pest controls through remote sensors and many more that currently exist on the market. This type of research seeks to ensure that the information reaches more farmers who wish to optimize their processes and make more efficient use of resources by applying the use of technology.

INTRODUCCION

Actualmente el uso de la Tecnología se ha convertido en una herramienta muy valiosa en todas las áreas de las diferentes disciplinas. Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC´s), dan paso a la nueva era de la agricultura conocida como agricultura de precisión (AP), que establece el uso de la tecnología para mejorar eficientemente los procesos productivos

La agricultura ha evolucionado tecnológicamente y ha comenzado a emplear técnicas y tecnologías agrícolas de alta gama para mejorar la eficiencia de su trabajo cotidiano. La agricultura de precisión hace referencia a la gestión de parcelas agrícolas o invernaderos mediante la monitorización, el procesamiento y la actuación de la variabilidad inter e intra-cultivo (Ge, Thomasson & Sui, 2011). La agricultura de precisión contribuye a i) combatir las enfermedades epidémicas mediante la aplicación de la cantidad y tipo adecuado de fertilizante y fungicida, ii) Optimizar el consumo de recursos (agua, fertilizantes, etc.), y iii) Proporciona un valor añadido a la producción agrícola al aplicar TIC´s en la agricultura de precisión, generando productos más saludables (Khattab, Abdelgawad & Yelmarthi, 2016).

La AP también conocida como agricultura inteligente está compuesta por diferentes dispositivos electrónicos y software, tales como los sistemas de información geográfica, GPS, microcontroladores, sensores, cámaras, drones entre otros, permitiendo la captura de datos relacionados con el comportamiento del suelo (temperatura, humedad, acidez, etc.) y del cultivo, conducta de animales, estado de maquinaria y tanques de almacenamiento transmitidos desde sitios remotos. Estos datos son enviados a un sistema de Información (SI) para monitoreo y análisis, reflejando resultados de lo sucedido en campo para la toma de decisiones apropiadas.

Las nuevas tecnologías que se están presentando en el ámbito agrícola y ganadero como los smart tractor, los drones, la monitorización en línea, los dispositivos inteligentes, etc.. son los que van a permitir lograr una mayor productividad y un uso más eficaz de los recursos naturales, aunque todavía falta más conocimiento de herramientas tecnológicas y aprender a usar las mismas.

MATERIALES Y METODOS

El acelerado incremento demográfico, demanda grandes cantidades de productos alimenticios de origen agropecuario, que permitan satisfacer los requerimientos básicos de la población (Navarro, 2014), los sistemas de producción en la actualidad se ven afectados por factores climáticos, sociales y económicos, lo que ha reducido significativamente la

distribución, cantidad y calidad de bienes en los mercados (Ernest García, 2015); como opción para solucionar estas dificultades, se considera la inclusión de tecnologías controladas que permiten manejar adecuadamente los agroecosistemas, de esta manera mejorar el uso de los recursos naturales e incrementar los rendimientos de los cultivos (Fernández Prieto, 2016). Dentro de las innovaciones en la agricultura, se tiene importantes avances en el uso de métodos de tratamiento y control de la información en los agroecosistemas. Con estos avances e innovaciones se produjo lo que se conoce como "Precision Agriculture" o Agricultura de Precisión, donde el ser humano en función de la experiencia, crea nuevas formas de asistencia, para su beneficio en la agricultura (Gil Moya, 1998; Montesinos, 2015).

Algunos autores como (Khosroo, Mulwa, Emrouznejad & Behrouz 2013); y (Pahlavan, Omid & Akram 2011), han estudiado los efectos de incrementar la eficiencia de energía en la agricultura a través del uso de balance de energía para la producción en invernaderos y la optimización del consumo de energía en la producción. Por otro lado, (Bardi, El Asmar & Lavacchi 2013), argumentan que la tecnología no es el único factor que ha influido en la agricultura moderna, argumentando que la clave para la transición hacia la agricultura sostenible será influenciada por la cooperación de todos los actores en el sector (tecnología, agricultores, industrias, instituciones financieras, política y toma de decisiones, entre otros). Esta colaboración proporcionará soluciones a conflictos y deficiencias que generará mejores soluciones para un desarrollo sostenible.

Para llevar a cabo este artículo se recabaron investigaciones en Web of science group y Publons es un servicio web gratuito de registro, verificación y reconocimiento de actividades académicas relacionadas con la revisión por pares y la edición de publicaciones científicas.

RESULTADOS

Las nuevas tecnologías han irrumpido con fuerza en sectores tan tradicionales como el agrícola o el ganadero. En la agricultura de precisión se pueden encontrar diferentes métodos tecnológicos que brindan ayuda al agricultor, entre ellas:

• Los smart tractors son unos tractores inteligentes (Fig. 1), que sustituyen la cabina del conductor por un completo sistema autónomo basado en cámaras, radares, GPS y sensores que detectan obstáculos y hacen que el vehículo cambie de dirección para evitar impactos. El agricultor lo programa con una aplicación y puede hacerlo trabajar de manera simultánea con otros tractores. Funciona gracias a la introducción de mapas en el sistema, con los límites del campo y, además, incluye un software de planificación de trayectos.

Fig. 1 Tractor inteligente

• Los drones son unas aeronaves no tripuladas (Fig. 2) que cada vez van a sobrevolar más terrenos agrícolas. Muchos agricultores los utilizan ya para conocer con precisión en tiempo real el estado de los cultivos y, así, realizar una fumigación de precisión. Los aviones no tripulados, llamados drones, hoy en día son utilizados para diversas aplicaciones, ya sean militares, forestales, agricultura, evaluación de desastres naturales, entre otros, son de gran ayuda, ya que con poca inversión se puede acceder a un dispositivo que permite llegar a sitios remotos (Hernández-Stefanoni, Daniela, & Navarro, 2016).

Fig. 2 Avión no tripulado para uso agrícola

• La monitorización en línea a través de sensores (Fig. 3), permite a los agricultores conocer desde su smartphone o tablet la temperatura, humedad y tamaño del tallo de la fruta o cultivo. En función del estado de los cultivos cada persona puede adecuar a cada finca el tratamiento de fertilizantes y fungicidas de forma eficaz y precisa.

Fig. 3 Sensores para monitorización en línea

• Los controles de plagas inteligentes a través de sensores remotos (Fig.4), se instalan en los cultivos y avisan a los agricultores sobre cuáles son las condiciones más adecuadas para la proliferación de plagas. Incluso, las acciones necesarias para combatirlas pueden ser realizadas manualmente o automáticamente gracias al uso de las nuevas tecnologías.

Fig. 4 Controles de plagas inteligentes a través de sensores remotos

Sin embargo, a pesar del avance tan grande en Tecnología para su implementación en la agricultura, todavía existen muchos sectores de la misma sin que cuenten con al menos una aplicación tecnológica en uso.

CONCLUSIONES

La agricultura de precisión se presenta como una nueva tendencia para lograr aumentar la productividad agrícola de las empresas dedicadas a la agricultura. Esta nueva manera de integrar las tecnologías de automatización en la agricultura de precisión permite ofrecer una mejor calidad de vida y reducir el trabajo pesado, recolectando datos significativos, lo cual permite atraer a nuevas generaciones de granjeros y agricultores, aumentando su competitividad y la sostenibilidad en sus producciones. La repoblación de área rurales, requiere de recursos humanos dedicados a la actividad agrícola. Para lograr este objetivo, es vital que la inversión en tecnología permita la mejor calidad de vida posible.

Es por esto que la AP reduce gastos de inversión e impacto ambiental. Utilizando para ello tecnologías como el GPS, GIS, sensores remotos, monitores de rendimiento/aplicación, maquinaria inteligente y software especializado. Dado que depende de tecnología especializada, su ejecución requiere esfuerzos multidisciplinarios entre ciencias agrícolas, sistemas de información, ingeniería y robótica.

REFERENCIAS

Bardi Ugo, El Asmar Toufic, Lavacchi Alessandro (2013), Turning electricity into food: the role of renewable energy in the future of agriculture, Journal of Cleaner Production, Volume 53, 15 August 2013, Pages 224-231, ISSN 0959-6526, http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.04.014.

Fernández Prieto, L. (2016). Caminos del cambio tecnológico en las agriculturas españolas contemporaneas, 95–146.

García, E. (2015). Los derechos humanos más allá de los límites al crecimiento, 28–41.

Ge, Y., Thomasson, J. A. and Sui, R. 2011. “Remote sensing of soil properties in precision agriculture: A review,” Frontiers Earth Sci., vol. 5, no. 3, pp. 229–238.

Gil Moya, E. (1998). Agricultura de precisión, del futuro al presente. Vida Rural, 77, 54–58.

Hernández-Stefanoni, J. L., Daniela, Y., & Navarro, T. (2016). Drones vemos y de imágenes... sí conocemos, 8(2), 81–84.

Khattab, A., Abdelgawad, A. and Yelmarthi, K. 2016. "Design and implementation of a cloud-based IoT scheme for precisión agriculture," 28th International Conference on Microelectronics (ICM), Giza, 2016, pp. 201-204. doi: 10.1109/ICM.2016.7847850.

Khoshroo Alireza, Mulwa Richard, Emrouznejad Ali, Behrouz Arabi, (2013). A non-parametric Data Envelopment Analysis approach for improving energy efficiency of grape production, Energy, Volume 63, 15 December 2013, Pages 189-194, ISSN 0360-5442, http://doi.org/10.1016/j.energy.2013.09.021.

Pahlavan Reza, Omid Mahmoud, Akram Asadollah, (2011). Energy use efficiency in greenhouse tomato production in Iran, Energy, Volume 36, Issue 12, December 2011, Pages 6714- 6719, ISSN 0360-5442, http://doi.org/10.1016/j.energy.2011.10.038

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE CHINCHES FITOFAGAS EN ALGODONERO EN LA COMARCA LAGUNERA

POPULATION DYNAMICS OF PHYTOPHAGOUS BUGS IN COTTON OF THE COMARCA LAGUNERA

Alfredo Daniel Rivera-Zamarripa[1], Jorge Maltos-Buendía[2], Urbano Nava-Camberos[1,3], Verónica Ávila-Rodríguez[1] y Homero Sánchez-Galván[1]

[1]Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango. [2]Campo Experimental La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. [3]Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. e-mail: maltos.jorge@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de conocer las principales especies de chinches fitófagas y su fluctuación poblacional en el algodonero de la Comarca Lagunera, durante el ciclo agrícola P-V 2019. Se efectuaron 100 golpes de red por fecha de muestreo en cada uno de seis predios comerciales de algodonero. Se identificaron tres especies de chinches fitófagas presentes en algodonero, *Lygus* sp., *Nezara viridula* y *Chlorochroa ligata.* Las densidades de chinche *Lygus* en predios comerciales de algodonero fueron bajas por lo que no se le considera una plaga primaria. La mayor abundancia de chinche *Lygus* observada en tres localidades parece relacionarse con la cercanía de predios de alfalfa y otros cultivos hospedantes como maíz y sorgo. Las densidades de *Nezara viridula* y *Chlorochroa ligata* fueron bajas en todas las localidades, lo cual puede deberse al método de muestreo empleado (red entomológica). La conchuela, *C. ligata* fue la más abundante.

ABSTRACT

The present study was carried out with the objective of knowing the main species of phytopahgous bugs and their population dynamic in cotton of the Comarca Lagunera region, during the agricultural season 2019. 100 net sweeps were performed per sampling date on each of six cotton commercial fields. Three species of phytophagous bugs were identified in cotton, *Lygus* sp., *Nezara viridula* and *Chlorochroa ligata*. The densities of *Lygus* bug in cotton commercial fields were low so it is not considered a primary pest. The greater abundance of *Lygus* bugs observed in three locations seems to be related to the proximity of alfalfa fields and other host crops such as maize and sorghum. The densities of *N. viridula* and *C. ligata*

were low in all locations, which may be due to the sampling method used (sweep net). The conchuela, *C. ligata* was the most abundant.

INTRODUCCIÓN

El algodonero es un cultivo de gran importancia económica en México, durante el año 2018 fueron sembradas 240,580 ha a nivel nacional generando un valor de la producción de $14, 453.9 millones. En esta misma fecha Coahuila ocupó el tercer lugar en producción de algodón, siendo la Región Lagunera la zona más importante del estado. Se sembró una superficie de 14,853 ha, y se obtuvo una producción de 70,165 ton con un rendimiento de 4.72 ton/ha (SIAP 2018).

Existen una serie de factores que limitan y afectan a la producción del algodonero, como lo son la escasez de agua para riego, nutrición, competencia por maleza y daños de plagas, entre otros. De estas limitantes destacan las plagas del algodonero, estas, son una de las principales causas de pérdida en el rendimiento del cultivo y por consecuencia generan pérdidas económicas. El algodonero se ve afectado por un gran número de insectos plaga, las principales especies de este complejo son el picudo del algodonero *Anthonomus grandis*, mosquita blanca *Bemisia tabaci*, gusano rosado *Pectinophora gossypiella*, gusano tabacalero *Chloridea virescens*, gusano bellotero *Helicoverpa zea*, gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, gusano soldado *Spodoptera exigua*, conchuela del algodonero *Chlorochroa ligata*, chinche verde *Nezara viridula*, chinche café *Euschistus servus*, chinche de hombros rojos *Thyanta custator*, chinche ligus *Lygus sp* y pulgón del algodón *Aphis gossypii* (Gil *et al*., 2017; Nava *et al*., 2017).

La tecnología del algodón transgénico BT para el control de lepidópteros, y el uso de insecticidas reguladores de crecimiento, disminuyó el uso de productos de amplio espectro, trayendo como consecuencia que plagas secundarias como las chinches fitófagas, obtuvieran la oportunidad de establecerse y generar daños significativos en el cultivo del algodonero (Diehl *et al*., 1998)

Las chinches fitófagas se alimentan y dañan las bellotas, endureciéndolas, formando deformaciones y además terminan manchando la fibra como consecuencia de las picaduras. Pero el daño más grave generado por el complejo de chinches fitófagas es la caída de los botones florares pequeños afectando directamente la producción (Alvarado *et al*., 1998). Las chinches del algodonero son sensibles a la mayoría de los insecticidas de amplio espectro, por lo que es necesario tomar una decisión oportuna para controlar las altas poblaciones de estas plagas. Para poder determinar el momento adecuado para realizar una aplicación de

control es necesario realizar un muestreo para conocer las densidades de las chinches fitófagas. El método de muestreo para chinches en el cultivo del algodonero consiste en dar 100 golpes de red a plantas con la ayuda de una red entomológica, estos redazos deben estar distribuidos de manera representativa y aleatoria en todo el predio a muestrear, primero se divide el predio en cuatro sitios de muestreo y luego se realizan 25 golpes de red por sitio, al terminar cada sitio se debe cuantificar el número de adultos y ninfas capturados, de esta manera determinamos la densidad en la población de chinches fitófagas. El momento de control oportuno es cuando la densidad en la población de chinches sobrepasa el umbral económico, para el caso de la chinche *Lygus* debe cumplirse la condición de capturar 15 adultos y 4 ninfas por cada 100 golpes de red, de no cumplirse este requisito no es necesario realizar una aplicación de insecticidas para el control de chinche lygus, pues el uso indiscriminado de insecticidas elimina a los insectos depredadores y propicia el desarrollo de plagas secundarias (Alvarado *et al*., 1998; Ellsworth *et al*., 2001).

El presente estudio se realizó con la finalidad de conocer las principales especies de chinches fitófagas y su fluctuación poblacional en el algodonero, además para conocer las fechas de mayor incidencia en tres municipios de la Región Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio. El presente estudio se realizó durante el ciclo agrícola primavera- verano 2019 en tres municipios de la Región Lagunera, San Pedro y Matamoros, Coahuila, y Tlahualilo, Durango. Se muestrearon semanalmente seis predios comerciales de algodonero, en las localidades de Corona (25.579197429544077, 103.26225765674516) y El Fénix (25.688159366142454, 103.31357436077813) del municipio de Matamoros; Emiliano Zapata (25.76102976291344, 103.16566980000889) y San Miguel (25.69127507340406, 102.94689250604793) del municipio de San Pedro; así como Tlahualilo (25.658746618562677, 103.41922712729557) y Horizonte (25.988483664022535, 103.40368379021427) del municipio de Tlahualilo.

Fluctuación poblacional de chinches fitófagas. Para determinar la dinámica poblacional de las chinches fitófagas se realizaron muestreos semanales con red entomológica del 29 de mayo al 27 de agosto de 2019 en cada una de las localidades. Cada muestreo consistió en dar 100 golpes de red, divididos 5 sitios totalmente al azar y distribuidos de manera representativa en cada predio, realizando 20 golpes de red por cada sitio de muestreo. En seguida se colocó el material biológico dentro de bolsas de papel craft previamente rotuladas, después se separaron de manera individual en bolsas plásticas para prevenir la humedad y fueron llevadas al laboratorio de entomología del CELALA INIFAP,

donde se congelaron los insectos durante 24 horas para después realizar la identificación morfológica de chinches fitófagas con un estereoscopio. Finalmente se registró el número de chinches fitófagas presentes en cada muestreo.

Análisis estadístico. Los datos de las densidades de chinches fitófagas se transformaron mediante *ln* (x+1) previamente a los análisis estadísticos. Se efectuaron análisis de varianza mediante un diseño completamente al azar, donde los tratamientos fueron las localidades y las repeticiones fueron las fechas de muestreo (14 fechas). Posteriormente se realizaron las comparaciones de medias mediante la prueba de DMS al 0.05 de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron tres especies de chinches fitófagas presentes en seis localidades de la Región Lagunera, *Lygus* sp., *Nezara viridula* y *Chlorochroa ligata*. Las densidades de chinches *Lygus* variaron significativamente entre localidades y fechas de muestreo; mientras que las densidades de *N. viridula* y *C. ligata* no presentaron diferencias significativas entre localidades (Cuadro 1). La chinche *Lygus* fue más abundante a finales de julio y principios de agosto en tres localidades (Figura 1). La localidad que presentó la población más alta de chinche *Lygus* sp. fue el Fénix siendo estadísticamente similar a la del ejido Corona; mientras que la localidad Emiliano Zapata presentó una población baja de la plaga, pero estadísticamente similar a la del ejido Corona. En las localidades de San Miguel, Tlahualilo y Horizonte no hubo presencia de la especie *Lygus* sp. durante todo el periodo de muestreo (Figura 1, Cuadro 2). La única localidad que logró rebasar el umbral económico establecido (19 chinches, 15 adultos y 4 ninfas, por 100 redeos) fue el ejido El Fénix el 7 de agosto (Figura 1).

Cuadro 1. Resultados de ANOVA de las densidades de chinches fitófagas en algodonero (variables transformadas mediante *ln* x+1).

Variable	Grados de libertad	Valor de F	Pr > F	CV (%)
Lygus sp.	5	8.11	< 0.0001	154.3
N. viridula	5	0.60	0.70	529.1
C. ligata	5	0.70	0.63	408.6

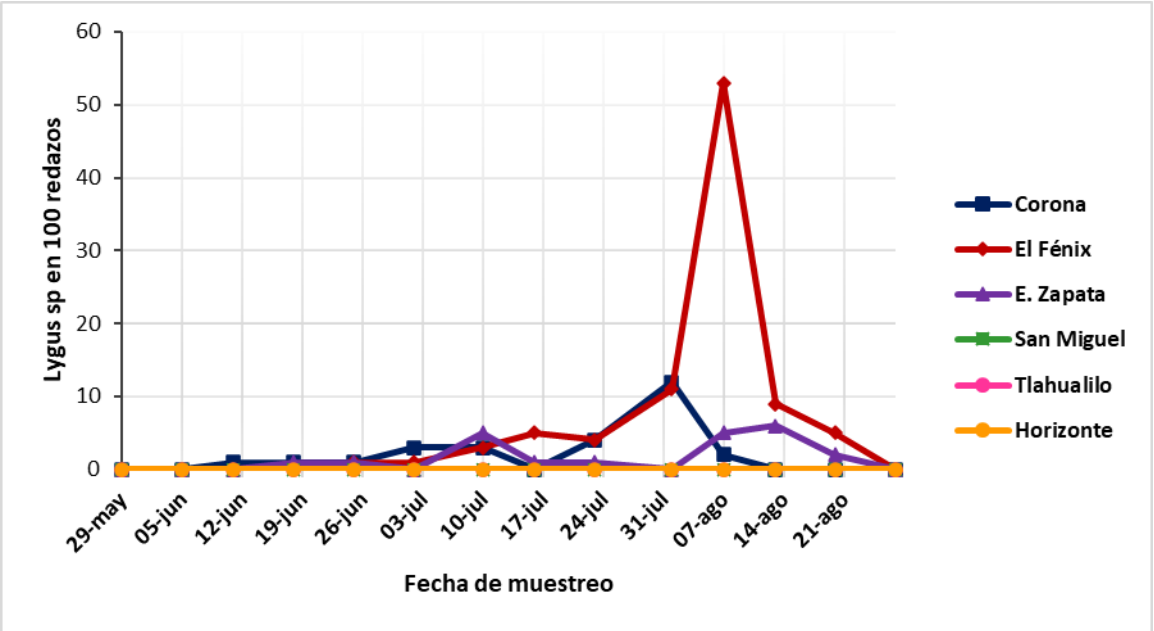


Figura 1. Dinámica poblacional de chinche *Lygus* en predios comerciales de algodonero de la Comarca Lagunera.

Cuadro 2. Promedios de chinche *Lygus* en 100 golpes de red y comparación de medias mediante la prueba de DMS al 0.05.

Localidad	Promedio de chinches *Lygus*
El Fénix	6.57a
Corona	1.93ab
E. Zapata	1.57b
Horizonte	0.00c
San Miguel	0.00c
Tlahualilo	0.00c

Para las especies *Nezara viridula* y *Chlorochroa ligata* el tipo de muestreo con red entomológica resultó poco eficiente ya que las poblaciones observadas fueron generalmente bajas en todas las localidades. La mayor población de estas chinches ocurrió del 25 de junio al 2 de julio, siendo el ejido San Miguel el que presentó el promedio más alto de *Chlorochroa*

ligata, seguido por Tlahualilo. Para el caso de *Nezara viridula* las localidades con presencia de la plaga fueron Corona, Emiliano Zapata y San Miguel (Cuadro 3).

Cuadro 3. Densidades de *Nezara viridula* y *Chlorochroa ligata* en 100 golpes de red en predios comerciales de algodonero de la Comarca Lagunera.

Fecha de Muestreo	Matamoros				San Pedro				Tlahualilo			
	Corona		El Fénix		E. Zapata		San Miguel		Tlahualilo		Horizonte	
	Nv	Cl	Nv	Cl	Nv	Cl	Nv	Cl	Nv	Cl	Nv	Cl
29 may	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05 jun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 jun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 jun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
25 jun	1	0	0	0	1	1	0	6	0	3	0	0
02 jul	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10 jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 jul	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
23 jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01 ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07 ago	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13 ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27 ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	0.07	0	0	0.07	0.07	0.14	0.07	0.43	0	0.29	0	0

Nv = Nezara viridula, Cl = Chlorochroa ligata.

Las bajas poblaciones de chinche fitófagas en algodonero en la Comarca Lagunera observadas en el presente estudio pueden deberse al tipo de manejo de plagas que se realiza en la región, ya que actualmente se efectúa un número alto de aplicaciones del insecticida Malatión (3 a 8 aplicaciones) para el control del picudo del algodonero como parte de la campaña de erradicación de esta plaga, las cuales ejercen un control del complejo de especies de chinches y reducen sus poblaciones y daños. Las poblaciones de chinche *Lygus* observadas en las localidades del Fénix, Corona y Emiliano Zapata pueden deberse a que estos predios de algodonero se encuentran relativamente cercanos a cultivos hospedantes de esta plaga, tales como alfalfa, maíz, y sorgo forrajeros (Stern *et al*., 1969).

Las densidades bajas de *N. viridula* y *C. ligata* observadas en los predios de algodonero pueden deberse al método de muestreo empleado (red entomológica), puesto que se muestrea el tercio superior de la planta, y debido a la biología y los hábitos de estas especies, se suelen encontrar en la parte media basal de las plantas (Greene et al., 2006). Para poder determinar de manera precisa la dinámica poblacional de estas chinches es necesario utilizar un método más eficiente, tal como el "drop cloth" utilizando una sábana o manta (Alvarado et al., 1998).

Diehl *et al*. (1998) describe que además del muestreo, existen otra serie de factores que interfieren en la dinámica poblacional de las chinches fitófagas como lo pueden ser el uso de insecticidas de amplio espectro, la cercanía o lejanía de cultivos hospedantes y el manejo del cultivo.

CONCLUSIONES

Se identificaron tres especies de chinches fitófagas presentes en seis localidades de la Región Lagunera, *Lygus* sp., *Nezara viridula* y *Chlorochroa ligata.* Las densidades de chinche *Lygus* en predios comerciales de algodonero fueron bajas por lo que no se le considera una plaga primaria. La mayor abundancia de chinche *Lygus* observada en tres localidades parece relacionarse con la cercanía de predios de alfalfa y otros cultivos hospedantes como maíz y sorgo. Las densidades de *Nezara viridula* y *Chlorochroa ligata* fueron bajas en todas las localidades, lo cual puede deberse al método de muestreo empleado (red entomológica). La conchuela, *C. ligata* fue la más abundante.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias por el apoyo financiero como parte del proyecto "Manejo Integrado de Mosca Blanca *Bemisia* spp., para

Incrementar la Productividad del Algodonero en el Norte de México", Número 259410. A los productores cooperantes de los predios de algodonero estudiados de la Comarca Lagunera.

REFERENCIAS

Alvarado M., J. M. Durán, A. Serrano, A. De la Rosa, y E. Ortiz. 1998. Contribución al conocimiento de las chinches (Heteróptera) fitófagas del algodón en Andalucía Occidental. Bol. San. Veg. Plagas 24: 817-828.

Bagwell R. 2007. Multistate evaluation of tarnished plant bug sampling methods in blooming cotton.

Carrière Y., P. C. Ellsworth, P. Dutilleul, C. Ellers-Kirk, V. Barkley, and L. Antilla. 2006. A GIS-based approach for areawide pest management: the scales of Lygus hesperus movements to cotton from alfalfa, weeds, and cotton. Entomologia Experimentalis et Applicata 118: 203-210. https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2006.00384.x

Diehl J. W., P. C. Ellsworth, and L. Moore. 1998. Lygus in cotton: Identification, biology & management. The University of Arizona. Cooperative Extension.

Ellsworth, P. C. and Barkley, V. 2001. Cost- Effective Lygus Management in Arizona Cotton. Cotton: A College of Agriculture Report.

Gil R. A. E., y S. E. López M. 2017. Principales plagas y controladores biológicos de *Gossypium hirsutum* L."Algodón nativo" de fibra verde en relación a su ciclo fenológico. Arnaldoa 24: 359-368. http://doi.org/10.22497/arnaldoa.241.24118

Greene J. K., C. S. Bundy, P. M. Roberts, and B. R. Leonard. 2006. Identification and management of common boll feeding bugs in cotton. Clemson Extension, Report, EB158, Clemson University, Blackville, SC, USA.

Mueller S. C., C. G. Summers, and P. B. Goodell. 2003. A field key to the most common Lygus species found in agronomic crops of the central San Joaquin Valley of California. https://doi.org/10.3733/ucanr.8104

Nava C. U., y V. Ávila R. 2017. Diversidad de insectos en algodonero convencional y transgénico en México. Folleto. Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas 259410 CIBIOGEM CONACYT.

SIAP. 2018. Resumen Anual de Producción Agrícola Nacional, 2018. Algodón con Hueso (ton). http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do (Consulta: marzo 23, 2020).

Stern V., A. Mueller, V. Sevacherian, and M. Way. 1969. Lygus bug control in cotton through alfalfa interplanting. California Agriculture 23: 8-10.

EFECTO DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE NARANJA AGRIA (C*itrus aurantium* L.)

EFFECT OF PREGERMINATIVE TREATMENTS ON SOUR ORANGE SEEDS (*Citrus aurantium* L.)

Emilia Raquel Pérez Evangelista[1]*; Carlos Miguel Ramos Cruz[2]; Enrique Hernández Leal[3]; Iván Franco Gaytán[3]; Jorge Maltos Buendía[3]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez y carretera Santa Fe. C.P. 27054. Torreón Coahuila.
[2]Campo Experimental, General Terán-INIFAP, Km 31, Carretera Montemorelos-China, General Terán, Nuevo León, México. C.P. 67400.
[3]Campo Experimental, La Laguna-INIFAP. Blvd. José Santos Valdez No. 1200 pte. Col Centro C.P. 27440. Matamoros, Coahuila, México.
mili_06.raquel@hotmail.com

RESUMEN

El efecto de la aplicación de los tratamientos pregerminativos en semillas permeables al agua, se ha implementado para aumentar el porcentaje de germinación de las semillas. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es identificar el efecto de agua, ceniza, cal y fungicida sobre la germinación de semillas de naranja agria (*Citrus aurantium*). Para esto, se realizó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos. En todos los tratamientos las plántulas comenzaron a emerger a los 42 días posteriores a la siembra y terminaron de emerger a los 68 días; la emergencia ocurrió de manera irregular en los 5 tratamientos. Se obtuvieron varianzas significativas $0.000621141 \leq P \leq 0.01$. La varianza más alta fue del tratamiento 3: lavado con agua corriente durante 10 minutos y posteriormente la aplicación de fungicida (Captan 50 %) $S^2 = 43.7$ con respecto al tratamiento 2: las semillas que solo se lavaron con agua corriente durante 10 minutos $S^2=0.8$. El uso de tratamientos pregerminativos de escarificación no causaron alta emergencia de semillas.

ABSTRACT

The effect of the application of pregermination treatments in water-permeable seeds has been implemented to increase the percentage of seed germination. Therefore, the objective of this work is to identify the effect of water, ash, lime and fungicide on the germination of seeds of sour orange (*Citrus aurantium*). In this study, a completely randomized design with 5 treatments was carried out. In all the treatments, the seedlings began to emerge 42 days after sowing and finished emerging at 68 days; the emergency occurred irregularly in the 5 treatments. Significant variances were obtained $0.000621141 \leq P \leq 0.01$. The highest variance was from treatment 3: washing with running water for 10 minutes and subsequently the application of fungicide (Captan 50%) S2 = 43.7 compared to treatment 2: the seeds that were

only washed with running water for 10 minutes S2 = 0.8. The use of pregerminative scarification treatments did not cause high seed emergence.

INTRODUCCIÓN

El cítrico con mayor producción a nivel mundial es la naranja, México se encuentra entre los principales países productores. Las variedades de naranja se utilizan de acuerdo a sus características; el grupo de la valencia se utiliza para jugo por ser jugosas y dulces, las del grupo navel y sangre se consumen como fruta fresca por ser dulces y de gran tamaño y la naranja agría se prefiere para reproducción mediante semilla (Maya, 2017; Gómez y Schwentesius, 1997).

La mayoría de semillas presentan dormancia fisiológica, la cual sucede con semillas permeables al agua, este tipo de semillas generalmente geminan a los 30 días después de la siembra. Comúnmente para este tipo de semillas se emplea tratamientos de escarificación con la finalidad de ablandarlas y promover un mayor porcentaje de germinación (Sánchez *et al*., 2018). Las semillas de cítricos pierden viabilidad rápidamente, por lo cual, es recomendable sembrarlas después de recolectarlas y limpiarlas. Sin embargo, para favorecer la germinación se utilizan tratamientos pregerminativos, como: el escarificado, remojarlas en agua caliente y la aplicación de productos químicos (Hoffmann y Velasco, 2015).

En especies forestales es muy común que las semillas germinen de manera escalonada y en un bajo porcentaje. Los tratamientos pregerminativos ofrecen una buena opción para homogenizar y aumentar el porcentaje de germinación de semillas (Varela y Arana, 2010). Por lo anterior el objetivo del presente trabajo es identificar el efecto de la aplicación de agua, ceniza, cal y fungicida como tratamientos pregerminativos para incrementar el porcentaje de germinación en semillas de naranja agria (*Citrus aurantium*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en las instalaciones del Campo Experimental General Terán (CEGET), perteneciente al INIFAP, con sede en General Terán, Nuevo León, México. localizado entre las coordenadas 25° 18’ 28.02” N y 99° 35’ 46.88” O a una altitud de 266 m. La temperatura oscila entre los 20 y 24°C, con precipitaciones de 600-900 mm. El clima es Semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año (42.0%), Semiseco muy cálido y cálido (36.0%) y Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, el tipo de suelo predominante es Vertisol (50.9%), Chernozem (14.2%), Kastañozem (10.1%), Leptosol (10.1%), Calcisol (6.7%), Luvisol (4.6%), Regosol (2.0%) (INEGI, 2009).

Recolección de Semillas. Las semillas de naranja agria se obtuvieron del banco de germoplasma, ubicado en el Campo Experimental de General Terán, en el mes de febrero de 2020. Se seleccionaron frutos maduros de árboles vigorosos y sin presencia física de daños causados por enfermedades o plagas. Posteriormente, las semillas se guardaron en una bolsa de plástico y se transportaron al laboratorio para la preparación de los tratamientos.

Tratamientos. El tratamiento 1 fue el testigo- (semillas sin tratamiento). Tratamiento 2- semillas enjuagadas con agua corriente durante 10 minutos. Tratamiento 3- semillas enjuagadas con agua corriente durante 10 minutos más aplicación de fungicida captan 50% (polvo humectable). Tratamiento 4 – semillas enjuagadas con una mezcla de agua y ceniza durante 10 minutos más aplicación de captan 50%. Tratamiento 5- se millas enjuagadas con una mezcla de agua y cal durante 10 minutos más la aplicación de captan 50% (Figura 1). Las semillas se dejaron secar a temperatura ambiente por 5 días.

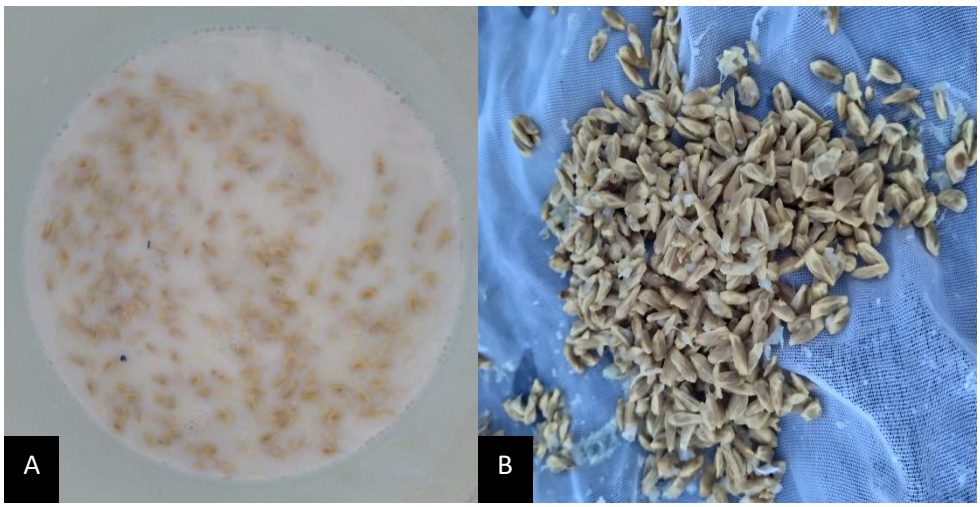


Figura 1 **.** Semillas sumergidas en agua con cal (A). semillas limpias de pulpa y mucílago (B).

Se realizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos. El sustrato utilizado fue 50% arena y 50% suelo, como germinadores se utilizaron cajas plásticas lavadas y desinfectadas. Las cajas se llenaron con el sustrato hasta los 25 cm de altura. La siembra se realizó a una profundidad de dos centímetros, aproximadamente el doble del tamaño de la semilla, de forma vertical, el riego se realizó cada tres días para mantener la humedad en el sustrato. Las variables a evaluar fueron: el inicio de la emergencia a partir del día de siembra, el porcentaje de emergencia sobre el total sembrado. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y se aplicó la prueba de comparación múltiple de promedios de Tukey con una confiabilidad del 95% mediante el uso de software Excel 2019, para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los tratamientos, las plántulas de naranjo agrio comenzaron a emerger a los 42 días después de la siembra (DDS) y terminaron de emerger a los 68 DDS. Encontrando una diferencia de 12 días más de germinación respecto al mandarino cleopatra reportado por Villegas y Andrade (2005). La emergencia ocurrió de manera irregular en los 5 tratamientos; la mayoría de las semillas emergieron a los 55 y 64 DDS, la emergencia de las semillas de naranja tardó 21 días más en comparación a las semillas de limón reportado por Calderón, (2018). Se obtuvieron varianzas significativas $0.000621141 \leq P \leq 0.01$. La varianza más alta significativamente fue del tratamiento 3- Agua+ Captan S^2= 43.7 respecto al tratamiento en el que solo se realizó un lavado con agua por 10 minutos (Cuadro 1). La varianza del testigo fue estadísticamente significativa, lo cual concuerda con los descrito por Hoffmann y Velasco, (2015) quienes recomiendan sembrarlas justo después de ser recolectadas.

Cuadro 1. Varianza entre tratamientos, todos muestran diferencia significativa entre sí.

Tratamientos		**Varianza**
Testigo	(T1)	23
Agua	(T2)	0.2
Agua+Captan	(T3)	43.7
Ceniza+Captan	(T4)	3.2
Cal+Captan	(T5)	9.7

El comportamiento de la emergencia de semillas respecto a los días, se muestra en la Figura 2, donde se observa el efecto de los tratamientos. El tratamiento T3, presentó el mayor número de emergencia de semillas. Lo anterior podría deberse al efecto del fungicida, el cual protegió las semillas por hongos y bacterias durante la germinación (Villegas y Andrade, 2005).

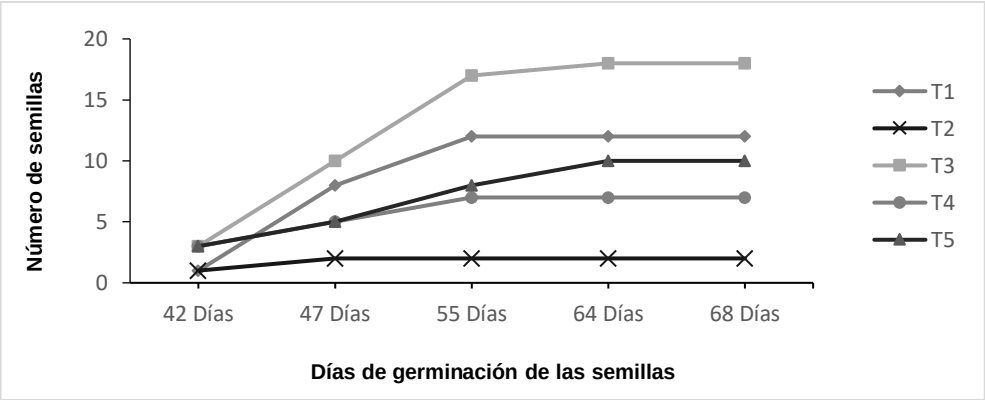


Figura 2. Días de emergencia de las semillas en los cinco tratamientos pregerminativos.

Las semillas que solo se lavaron con agua y se les aplicó fungicida mostraron mayor emergencia entre los 55 y 68 DDS. La emergencia del tratamiento 1, 4 y 5 tuvo menor diferencia. El efecto del fungicida coincide con lo reportado por Villegas y Andrade (2005), quienes indican que las semillas tratadas con productos químicos conservan la viabilidad hasta por seis meses. El tratamiento 3 fue el que obtuvo un mayor porcentaje de germinación respecto al total de semillas sembradas. El tratamiento 1 y 5 mostraron similitud en el porcentaje de geminación, mientras los tratamientos 2 y 4 presentaron menor porcentaje de emergencia respecto al total (Figura 3), lo anterior indica que tratar las semillas con ceniza no presenta ningún efecto sobre el incremento de germinación.

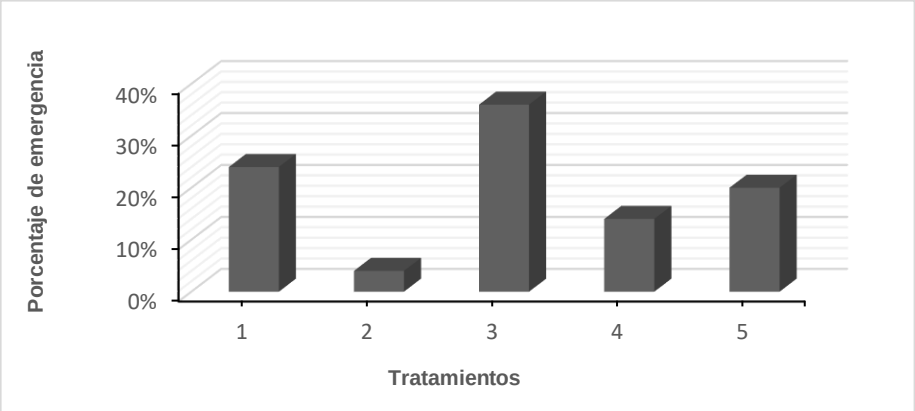


Figura 3**.** Porcentaje de emergencia respecto al total de semillas de naranja agria sembradas.

El porcentaje de emergencia de las semillas fue menor al 50% del total de semillas sembradas, lo cual confirma que las semillas de los cítricos, pierden rápidamente su viabilidad y se consideran como semillas de vida corta (Herrera y Alizaga, 2009).

El tratamiento 1 mostró diferencia significativa (Tukey, 0.035528044≤p≤0.05), sin embargo, el tratamiento 3 mostró la diferencia significativa más alta (Tukey, 0.00004116≤p≤0.05) de tal forma que es más recomendable lavar las semillas con agua corriente durante 10 minutos y aplicar fungicida antes de la siembra. El tratamiento 4 mostró una diferencia significativa menor (Tukey, 0.00014553≤p≤0.05), por lo tanto, enjuagar las semillas con ceniza y agua adicional al aplicar fungicida a las semillas no representa una diferencia en la emergencia de las semillas. El tratamiento 5 mostró diferencia significativa (Tukey, 0.00372437≤p≤0.05), lo que demuestra que al lavar las semillas con cal y agua además aplicar fungicida permite una emergencia de semillas de un 20% a 30% del total de semillas sembradas.

CONCLUSIONES

Se identificó que solo lavar las semillas con agua corriente durante 10 minutos después de la colecta y la aplicación de un fungicida, promueve la emergencia de semillas de naranja agria

en un porcentaje de al menos 40%. Por lo anterior, se recomienda utilizar algún producto químico como tratamiento pregerminativo en semillas de naranjo agrio, con la finalidad de incrementar el porcentaje de germinación con respecto a solo lavar y sembrar las semillas. Por otro lado, los tratamientos de escarificación no se recomiendan para incrementar el porcentaje de germinación de semillas de naranja agria.

REFERENCIAS

Calderón Jupiter, H. J. (2018). Determinación del porcentaje de geminación de semillas de limón (citrus limón) en difentes tiempos de inmersióna base de extracto de limón (citrus limón). Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

Gómez Cruz, M. Á., & Schwentesius Rindermann, R. (1997). La agroindustria de naranja en México. Texcoco, México: CIESTAAM, CHAPINGO.

Herrera Q., J., & Alizaga L., R. (2009). Efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la geminación de la semilla de dos patrones de cítricos. Tecnología en marcha, 17-24.

Hoffmann, P., & Velasco, S. (2015). https://www.globaltrees.org/wp-content/uploads/2014/01/GTC-Gu--a-7-ESP-baja.pdf. Global Trees Campaign.

INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. General Terán, Nuevo León, México.

Maya Ambía, C. J. (2017). Cítricos mexicanos en el mercado Japonés: experiencias y oportunidades para Sinaloa. México y la Cuenca del Pacífico, 107-142.

Sánchez J. A., Pernús M., Echeverría C. R., Martinez C. (2018). Clases de dormacia en semillas de especies arbóreas útiles en la medicina tradicional cubana. Acta Botánica Cubana. Vol.217, No. 3, pp. 193-204.

Varela, S. A., & Arana, V. (2010). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregeminativos. INTA.

Villegas Monter, Á., & Andrade Rodríguez, M. (2005). Secado y almacenamiento de semillas de mandarino 'Cleopatra'. *Pesq. agropec. bras., Brasília,* 79-85.

EFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (H_2O_2) EN EL DESARROLLO DE PLANTAS DE CHILE (*Capsicum annuum* L.) BAJO CONDICIONES DE ALTAS TEMPERATURAS

EFFECT OF HYDROGEN PEROXIDE (H_2O_2) IN THE DEVELOPMENT OF CHILE PLANTS (*Capsicum annuum* L.) UNDER HIGH TEMPERATURE CONDITIONS

González Chavira Mario Martín[1], Guerrero Aguilar Brenda Zulema.[1*], Pons Hernández José Luis[1], Villalobos Reyes Salvador[1] y González Pérez Enrique[1]

[1]Centro de Investigación Regional del Centro (CIRCE) del INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, C.P. 38110 Celaya Gto., Gto. Correo de correspondencia: guerrero.brenda@inifap.gob.mx

RESUMEN

El problema de las altas temperaturas siempre se ha considerado como uno de los mayores estreses abióticos que afectan negativamente el crecimiento vegetativo de las plantas y actualmente con el cambio climático, está adquiriendo mayor relevancia para la producción de los cultivos. El uso de elicitores para mitigar el daño causado por este estrés, puede ser una alternativa importante, dentro este grupo de compuestos destaca el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), el cual se ha propuesto que está involucrado en las vías de transducción de señales que conducen a la aclimatación y la protección de las plantas a estrés abióticos particularmente altas temperaturas. En base a esto se plantea este trabajo cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de peróxido de hidrogeno exógeno sobre el desarrollo de plantas de chile serrano, creciendo bajo condiciones de altas temperaturas. Para evaluar esto se estableció un experimento con plantas de chile serrano variedad “SE–mona5–2” bajo condiciones de invernadero y altas temperaturas. Los resultados obtenidos señalan que la aplicación de H_2O_2 en cualquier etapa fenológica del cultivo de chile serrano variedad “SE–mona5–2” tienen efecto en su desarrollo y parece dar termo tolerancia y aclimatación al calor a esta variedad.

ABSTRACT

The problem of high temperatures has always been considered as one of the greatest abiotic stresses that negatively affect the vegetative growth of plants and currently with climate change, is becoming more relevant for crop production. The use of elicitors to mitigate the damage caused by this stress can be an important alternative, within this group of compounds highlights hydrogen peroxide (H_2O_2), which has been proposed to be involved in the signal transduction pathways that lead to acclimatization and protection of plants to abiotic stress particularly high temperatures. Based on this, this work is proposed whose objective was to evaluate the effect of the application of exogenous hydrogen peroxide on the development of

serrano pepper plants, growing under high temperature conditions. To evaluate this, an experiment was established with serrano chili plants variety “SE – mona5–2” under greenhouse conditions and high temperatures. The results obtained indicate that the application of H2O2 at any phenological stage of the cultivation of serrano chili variety "SE-mona5-2" has an effect on its development and seems to give heat tolerance and heat acclimatization to this variety.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones térmicas adversas juegan un papel importante en la reducción del rendimiento de los cultivos. El estrés por calor es particularmente común y peligroso para las plantas, ya que carecen de mecanismos metabólicos para la homeostasis térmica y necesitan energía luminosa, lo que fácilmente provoca aumentos de temperatura en los tejidos expuestos. Durante el proceso evolutivo, las plantas han desarrollado diferentes formas de adaptación a las condiciones ambientales, las respuestas adaptativas están directamente reguladas por características genéticas y bioquímicas, que pueden ser manipuladas.

Las altas temperaturas (AT) son consideradas uno de los mayores estreses abióticos que afectan negativamente el crecimiento vegetativo y reproductor de las plantas. En general las AT pueden generar un estrés térmico, que origina seguidamente senescencia de las hojas, muerte del tejido, perdida de clorofila, daños en la membrana celular y una disminución progresiva de la capacidad fotosintética (Djanaguiraman *et al.* 2009). El estrés por TA, daña directamente el aparato fotosintético disminuyendo la taza fotosintética y la duración del suministro de asimilados (Prasad *et al*., 2008). Varios autores han reportado que las AT pueden causar la sobreproducción de Especies Reactivas de Oxigeno (ROS) que indican que podrían estar involucradas en la respuesta de defensa de las plantas a estas temperaturas dañinas (Suzuki and Mittler, 2006; Kotak, *et al*. 2008; Locato, *et al*. 2008).

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es una importante molécula de ROS, que se genera en muchos sistemas biológicos. Se ha considerado como una importante molécula de señalización que media en diversos procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas. El metabolismo normal en las células vegetales da como resultado la generación de H_2O_2, a partir de una variedad de fuentes. El H_2O_2 está involucrado en el desarrollo de las plantas y las respuestas abióticas. Se ha destacado desde hace varios años como parte importante de la respuesta de la planta a diferentes tipos de estrés. Principalmente, se ha postulado que el peróxido de hidrógeno desempeña múltiples funciones en la defensa de las plantas contra los patógenos y se ha propuesto que está implicado en las vías de transducción de señales que

conducen a la aclimatación y la protección de las plantas a estrés abióticos particularmente altas temperaturas (Dat, et.al.,1998).

En base a lo anterior y buscando encontrar alternativas para la tolerancia a este estrés, se plantea este trabajo cuyo objetivo fue, evaluar el efecto de la aplicación de peróxido de hidrogeno exógeno sobre el desarrollo de plantas de chile serrano creciendo bajo condiciones de altas temperaturas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en condiciones de invernadero en Celaya, Gto., con coordenadas: Latitud 20°34'44.6''N y Longitud 100°49'11.42'', con una temperatura mínima de 15°C y máxima de 48°C, en un diseño completamente al azar con tres repeticiones de 15 plantas. Para el establecimiento del experimento se utilizó la variedad experimental de chile serrano llamada "SE-mona5-2". El manejo agronómico que se les dio fue el recomendado por el INIFAP para este cultivo.

Se evaluaron tres tratamientos: El primer tratamiento (T1) se tomó como control y fue sin aplicación de H_2O_2, asperjando las hojas solamente con agua destilada cada 15 días durante todo su desarrollo hasta la cosecha; el segundo tratamiento (T2) fue la aplicación por aspersión foliar de H_2O_2 a una concentración de 200mM, aplicado cada 15 días a partir de la emergencia hasta la cosecha y el tercer tratamiento (T3) fue la aplicación foliar de H_2O_2 a una concentración de 200mM, iniciando su aplicación en la etapa fenológica de floración y posteriormente cada 15 días hasta la cosecha. La cosecha de todos los tratamientos fue cuando el chile alcanzo su estado de madurez y la coloración propia de la variedad.

Para el análisis de desarrollo de la planta se tomaron datos cada 30 días a todas las plantas tomando como variables la altura de la planta, diámetro de tallo y al final del ciclo peso fresco y peso seco de hojas, tallo y raíz. El peso seco se obtuvo colocando cada parte de las plantas en bolsas de papel, las cuales se llevaron a una estufa por 48 h a 65 °C, tiempo en que alcanzaron peso constante. La altura de planta se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la planta y se expresó en cm. El diámetro del tallo se midió a la altura del cuello y se expresó en cm.

Los datos fueron analizados por medio de un análisis de varianza (ANOVA). Las medias fueron comparadas usando la prueba de Tukey ($p \leq 0.01$) se usó el programa SAS® para Windows versión 9.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis fenológico, muestran que el tratamiento donde la aplicación del peróxido de hidrógeno fue después de floración (T3) tuvo en promedio la mayor altura de planta (104.53 cm) y diámetro de tallo (89 cm), y fue estadísticamente diferentes en estas dos variables con respecto a los otros dos tratamientos (Cuadro 1). Se puede notar en la Figura 1, que estas diferencias se expresaron desde el inicio del ciclo del cultivo y se fueron acentuando hasta el final del mismo. Se considera que el diámetro a la altura de cuello de la planta, es un indicador de la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas y que la altura de la planta se relaciona con su capacidad fotosintética y su superficie de transpiración (Lambers and Poorter, 1992),

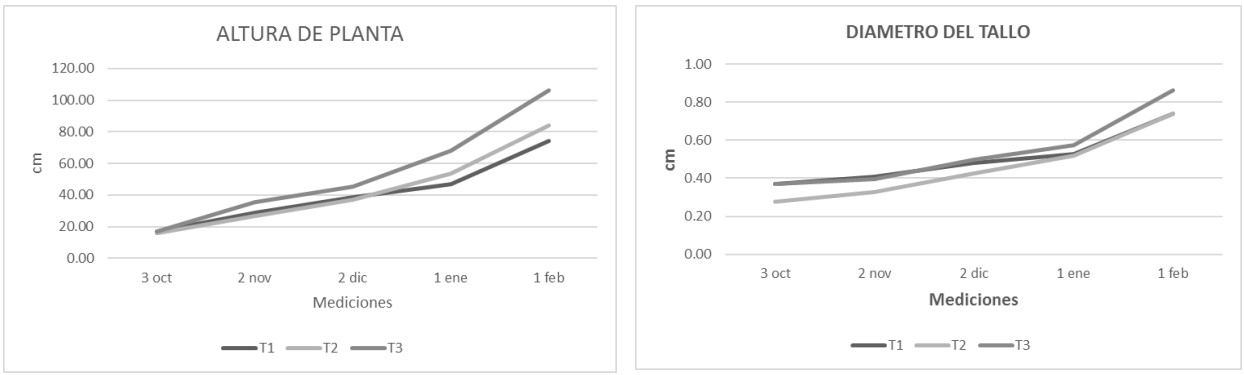
En cuanto a la materia seca total acumulada, esta fue mayor en los tratamientos que recibieron la aplicación de peróxido (T2 y T3), estadísticamente diferente al control (T1) (Cuadro 1). Si se considera que el peso seco es el criterio más apropiado para medir el crecimiento y la magnitud del sistema de asimilación de la planta, referido, frecuentemente, al área foliar total (Taiz y Zeiger 1991), entonces se podría señalar que las plantas a las que se les aplico peróxido tuvieron un mayor desarrollo. Si se analiza por separado el peso seco de las diferentes partes de las plantas, se puede apreciar tanto en el cuadro 1 como en la figura 2, que la mayor acumulación de materia seca en T2 y en T3, es en tallo y en hojas que correspondería a la parte aérea de la planta, presentando diferencias estadísticamente significativas con el control (T1).

Cuadro 1. Comparación de medias de las variables fenológicas evaluadas en la variedad "SE– mona5–2" de chile serrano.

Tratamientos	Diámetro de tallo (cm)	Altura de planta (cm)	Peso seco de raíz (g)	Peso seco de tallo (g)	Peso seco de hojas (g)	Peso seco total (g)
T1*	77b**	77.47a	8.97a	27.43a	13.62a	50.02a
T2	69a	76.07a	12.00a	43.08 b	14.50ab	69.58b
T3	89c	104.53b	9.90a	37.87ab	19.70 b	67.47b

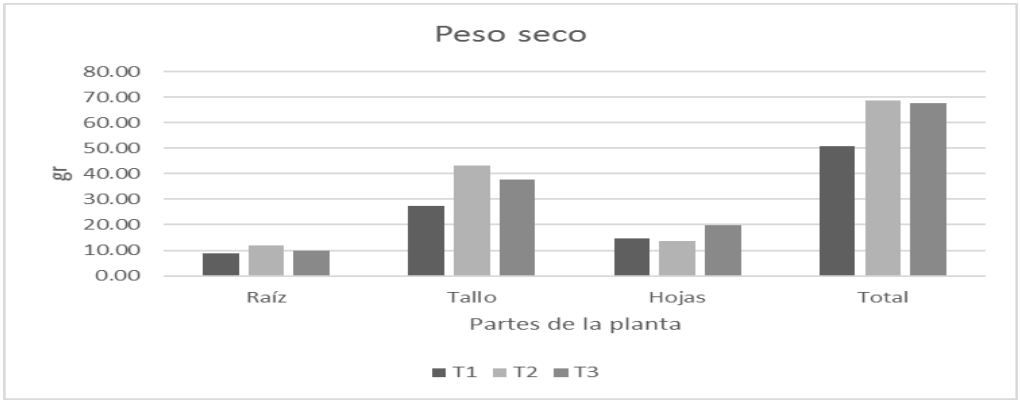
*T1: Control sin aplicación de H_2O_2, T2: Aplicación de H_2O_2 durante todo el ciclo y T3: Aplicación de H_2O_2 a partir de floración. **Medias con la misma letra dentro de la columna indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

Estos resultados indican que la aplicación de H_2O_2 en cualquier etapa fenológica del cultivo de chile serrano variedad “SE– mona5–2” tienen efecto significativo en su desarrollo. El pobre desarrollo del control (T1) con respecto a los tratamientos T2 y T3, puede ser resultado de las altas temperaturas que se presentaron en el invernadero. Estas diferencias entre tratamientos pueden ser explicadas por el efecto del H_2O_2 en la respuesta de la planta al estrés abiótico. Esto de acuerdo a lo encontrado por Kuźniak y Urbanek (2000), quienes propusieron que el peróxido de hidrógeno estaba involucrado en la ruta de señalización de respuesta a la aclimatación y protección a los estreses abióticos, particularmente a la termo tolerancia y aclimatación al calor.



*T1: Control sin aplicación de H_2O_2, T2: Aplicación de H_2O_2 durante todo el ciclo y T3: Aplicación de H_2O_2 a partir de floración.

Figura 1. Desarrollo de la altura de planta y diámetro del tallo durante el ciclo de cultivo de la variedad “SE– mona5–2” de chile serrano.



*T1: Control sin aplicación de H_2O_2, T2: Aplicación de H_2O_2 durante todo el ciclo y T3: Aplicación de H_2O_2 a partir de floración.

Figura 2. Acumulación final de materia seca por partes de la planta de la variedad “SE– mona5–2” de chile serrano.

CONCLUSIONES

La aplicación de H_2O_2 en cualquier etapa fenológica del cultivo de chile serrano variedad “SE–mona5–2” tienen efecto en su desarrollo. La aplicación de H_2O_2 en cualquier etapa fenológica del cultivo de chile serrano variedad “SE–mona5–2” parece dar termo tolerancia y aclimatación al calor a esta variedad.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados son parte del proyecto fiscal: “desarrollo y transferencia de tecnologías sustentables para la producción de chile y jitomate en campo e invernadero”, No. 167834791

REFERENCIAS

Dat, J.F., H. Lopez-Delgado, C.H. Foyer, and I.M. Scott. 1998. Parallel Changes in H_2O_2 and Catalase during Thermotolerance Induced by Salicylic Acid or Heat Acclimation in Mustard Seedlings. Plant Physiol., 116: 1351–1357.

Kotak, S., Larkindale J., Lee U. von Koskull-Döring P., Vierling E. Scharf KD. 2008. Complexity of the heat stress response in plants. Current Opinion in Plant Biology, 10, 310-316.

Kuźniak, E. and H. Urbanek. 2000. The involvement of hydrogen peroxide in plant responses to stresses. Acta Physiologiae Plantarum, 22, 195–203.

Lambers, H. and Poorter, H. 1992. Inherent Variation in Growth Rate between Higher Plants: A Search for Ecological Causes and Consequences. Advances in Ecological Research, 23, 187-261.

Locato, V., C. Gadaleta, L. de Gara, MC. De Pinto. 2008. Production of reactive species and modulation of antioxidant network in response to heat shock: a critical balance for cell fate. Plant, Cell and Environment, 31, 1606–1619.

Prasad, PVV, S.R. Pisipatia, Z. Risticb, U. Bukovnika and A.K. Fritz. 2008. Impact of nighttime temperature on physiology and growth of spring wheat. Crop Sc., 48, 2372-2380.

Suzuki, N. and Mittler, R. 2006. Reactive Oxygen Species and Temperature Stresses: A Delicate Balance between Signaling and Destruction. Physiologia Plantarum, 126, 45-51.

RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE SORGO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA

YIELD OF FOUR VARIETIES OF SORGHUM ON DIFFERENT PLANTING DATES

López-Guzmán, Jesús A[1].; Moreno-Gallegos, Tomás[1]; Gutiérrez-Gutiérrez, Obed Gabriel[-1]; Melgoza-Villagómez, Claudia María[2]

[1]Campo Experimental Valle de Culiacán-INIFAP. Carretera Culiacán-El Dorado, km 17.5. Municipio. C. P. 80000, Culiacán. Sinaloa, México, [2]Sitio Experimental Santo Domingo-INIFAP. Carretera Transpeninsular Km. 208. Cd. Constitución, B. C. S.
***Autor principal: guzman.jesus@inifap.gob.mx**

RESUMEN

El estado de Sinaloa ocupa el tercer lugar nacional en superficie sembrada de sorgo, después de Tamaulipas y guanajuato, en el estado se siembran 81 mil 119 ha. En cuanto a producción de grano y forraje, Sinaloa ocupa el cuarto lugar con 325 872 ton de grano con un rendimiento promedio de 4.03 t ha^{-1} y 1, 025, 000 ton de forraje verde al año con un promedio de 21 t ha^{-1}. Uno de los principales problemas de la ganaderia en Sinaloa, es la falta de alimentación del ganado bovino durante todo el año, en Sinaloa el rendimiento promedio de forraje verde de sorgo oscila entre las 20 t ha^{-1}. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de fecha de siembra sobre el rendimiento de grano de cuatro variedades de sorgo en el Valle de Culiacán, durante el ciclo OI 2019-2020 bajo condiciones de riego, se utilizaron cuatro variedades de sorgo; Gavatero-203, VCS-Diamante, VCS-Brillante y VCS-Tornasol, fueron sembrados bajo cuatro fechas de siembra (27 de diciembre de 2019, 24 de enero de 2020, 25 de febrero de 2020 y 26 de marzo de 2020). El manejo agronómico se realizó de acuerdo a las recomendaciones para el cultivo de sorgo bajo condiciones de riego en el centro de Sinaloa. Se realizó un análisis de varianza para determinar el comportamiento de rendimiento (t ha^{-1}) a través de las fechas de siembra. El análisis se realizó mediante el paquete estadístico SAS (ver 9.2), empleando la prueba de DMS del 5%. La mejor fecha de siembra para el sorgo en el Valle de Culiacán, es la segunda quincena del mes de enero donde se obtuvieron los mejores rendimientos promedio 5.5 t ha^{-1}. El rendimiento está relacionado al genotipo y a la fecha de siembra al sembrar en fechas de siembra tempranas o tardías se estaría perdiendo en promedio el 50 % de la producción de grano.

ABSTRACT

The state of Sinaloa occupies the third place national in area planted with sorghum, after Tamaulipas and Guanajuato, in the state 81,119 ha are planted. Regarding grain and forage production, Sinaloa ranks fourth with 325,872 tons of grain with an average yield of 4.03 tons ha^{-1} and 1,025,000 tons of green forage per year with an average of 21 tons ha^{-1}. A of the main problems of livestock in Sinaloa, is the lack of feeding of cattle throughout the year, in Sinaloa the average yield of green sorghum forage ranges between 20 t ha^{-1}. The aim of this work was to evaluate the effect of sowing date on the grain yield of four varieties of sorghum in the

Culiacan Valley, during the 2019-2020 FW cycle under irrigation conditions, four varieties of sorghum were used; Gavatero-203, VCS-Diamante, VCS-Brillante, and VCS-Tornasol, were sown under four sowing dates (December 27, 2019, January 24, February 25, and March 26, 2020). Agronomic management was carried out according to the recommendations for growing sorghum under irrigated conditions in central Sinaloa. An analysis of variance was carried out to determine the yield behavior (ton ha^{-1}) through the sowing dates. The analysis was performed using the SAS statistical package (see 9.2), using the 5% DMS test. The best sowing date for sorghum in the Culiacan Valley is the second fortnight of January, where the best average yields were 5.5 t ha-1. Yield is related to genotype and sowing date, when sowing in early or late sowing dates, an average of 50% of grain production would be lost.

INTRODUCCIÓN

México es el cuarto productor mundial de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) con una participación del 10 % de la producción, sin embargo, es uno de los países principales importadores de este grano. En México, la superficie sembrada de sorgo en 2018 fue de 1, 355, 510 ha, con una producción de 4 millones 531 toneladas de grano con un rendimiento promedio de 3.48 ton/ha y 3, 923, 000 ton de forraje verde y un rendimiento medio de 22.8 ton/ha. El estado de Sinaloa ocupa el tercer lugar nacional en superficie sembrada de sorgo, después de Tamaulipas y guanajuato, en el estado se siembran 81 mil 119 ha. En cuanto a producción de grano y forraje, Sinaloa ocupa el cuarto lugar con 325 872 ton de grano con un rendimiento promedio de 4.03 t ha^{-1} y 1, 025, 000 ton de forraje verde al año con un promedio de 21 t ha^{-1} (SIAP, 2019).

En Sinaloa el 70% de la superficie sembrada de sorgo se siembra bajo condiciones de temporal, con un rendimiento promedio de 1.63 t ha^{-1} de grano, mientras que una menor superficie 30% se seimbra bajo condiciones de riego, con rendimientos promedios de 5.51 t ha^{-1}. Uno de los principales problemas de la ganaderia en Sinaloa, es la falta de alimentación del ganado bovino durante todo el año, en Sinaloa el rendimiento promedio de forraje verde de sorgo oscila entre las 20 t ha^{-1} (SIAP, 2019).

La temperatura es un factor importante de la fecha de siembra en el ciclo de OI; si se siembra demasiado temprano, las plantas sufren temperaturas bajas propias del invierno durante las primeras etapas de su desarrollo que les ocasiona retrasos en el crecimiento y desarrollo; si la siembra es muy tardía, las plantas estarán expuestas a altas temperaturas diurnas y nocturnas en la etapa de llenado de grano, que les aumenta sus tasas respiratorias y reduce su rendimiento de grano (Benacchio, 1982; Ojeda *et al.,* 2006).

La floración implica cambios fisiológicos complejos y profundos, entre ellos se destaca su respuesta a determinados umbrales de luz conocidos como fotoperiodo. La mayoría de las plantas se sitúan dentro de una de las tres categorías para poder florecer: días cortos, días largos y días neutros, las plantas de días cortos requieren para florecer de un periodo oscuro que exceda una duración crítica y no lo puede hacer bajo iluminación continua, en las plantas de días largos, la floración se inhibe cuando el periodo oscuro excede una duración crítica y pueden florecer bajo iluminación continua. Las plantas de días naturales inician flores bajo cualquier duración de la noche y se le llaman plantas insensitivas al fotoperiodo (Francis, 1972). Stoskopf 1985 reporto para el sorgo un fotoperiodo óptimo de alrededor de 10 horas.

Por lo antes mencionado el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de fecha de siembra sobre el rendimiento de grano de cuatro variedades de sorgo en el Valle de Culiacán.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se evaluó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU), se utilizaron cuatro variedades de sorgo; Gavatero-203, VCS-Diamante, VCS-Brillante y VCS-Tornasol, todas estas generadas por el INFAP mediante el programa de mejoramiento genético de sorgo en el Valle de Culiacán, Sinaloa.

Los materiales experimentales fueron sembrados durante el ciclo otoño invierno 2019-2020, bajo cuatro fechas de siembra (27 de diciembre de 2019, 24 de enero de 2020, 25 de febrero de 2020 y 26 de marzo de 2020), en el CEVACU, Sinaloa, bajo condiciones de riego. Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con arreglo de bloques completos al azar, donde la parcela principal fueron las fechas de siembra y las variedades las subparcelas. La parcela experimental fue de ocho surcos de 50 metros de longitud, separados a 80 cm entre surcos. Para determinar el rendimiento de grano, se realizaron cinco submuestras de 5 metros de largo en dos surcos. El manejo agronómico se realizó de acuerdo a las recomendaciones para el cultivo de sorgo bajo condiciones de riego en el centro de Sinaloa (Moreno y Hernández., 2011). Se realizó un análisis de varianza para determinar el comportamiento de rendimiento (t ha^{-1}) a través de las fechas de siembra. El análisis se realizó mediante el paquete estadístico SAS (ver 9.2), empleando la prueba de DMS del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis estadístico se detectaron diferencias significativas como se puede observar en el Cuadro 1. En el Cuadro se presentan los resultados de los datos promedio del rendimiento de grano por genotipo y por fecha de siembra, se puede observar que para el ciclo agrícola O-I la mejor fecha de siembra para el sorgo bajo condiciones de riego en el Valle de Culiacán, es la segunda quincena de enero, al presentar los mejores rendimientos promedio de grano 5.5 t ha^{-1}, considerando las cuatro fechas de siembra se puede observar que las fechas de siembra del 27 de diciembre y 26 de marzo fueron las que presentaron los rendimientos de grano más bajos 2.8 y 2.5 t ha^{-1} respectivamente, estos resultados concuerdan con lo reportado por Moreno *et al.*(2015), donde menciona que los rendimientos promedio se disminuyen en más de 1 t ha^{-1} de grano, al pasar de una fecha de siembra a otra (15 días en cada fecha).

Cuadro 1. Rendimiento de grano de sorgo en cuatro fechas de siembra bajo condiciones de riego en el ciclo OI 2019-2020.

Genotipo	Fecha de siembra ciclo OI 2019-2020 Rendimiento de grano t ha^{-1}				Promedio
	27 de diciembre 2019	24 de enero de 2020	25 de febrero de 2020	26 de marzo del 2020	

Gavatero-203	2.3 cβ	6.2 a	4.6 a	2.2 d	3.8
Vcs-diamante	2.6 b	6.2 a	4.7 a	2.3 c	3.9
Vcs-brillante	3.1 a	4.7 c	3.8 b	2.8 b	3.6
Vcs-tornasol	3.2 a	5.1 b	3.7 c	3.0 a	3.7
Promedio	2.8	5.5	4.2	2.5	
CV	1.77	0.65	0.9	1.69	
DMS	0.3019	0.26	0.26	0.26	

B=medias con distinta letra en una columna son estadísticamente diferentes (Tukey p≤0.05); C.V.=coeficiente de variación; DMS= diferencia significativa mínima

.

La variedad Vcs-diamante fue la que presento los mejores rendimientos de granos a través de las cuatro diferentes fechas de siembra con un promedio de 3.9 t ha^{-1}, las cuatro variedades de sorgo presentan la misma tendencia de reducción de rendimientos en fechas de siembra tempranas, así como en las tardías. Las fechas de siembra tempranas y tardías, reducen en promedio un 49 y 54 % respectivamente su rendimiento, esto es en base a la fecha de siembra optima 24 de enero que fue donde se obtuvieron los mejores rendimientos de grano 5.5 t ha^{-1} en promedio.

CONCLUSIONES

La mejor fecha de siembra para el sorgo en el Valle de Culiacán, es la segunda quincena del mes de enero. La variedad VCS-Diamante fue la que presentó los mejores rendimientos de granos a través de las cuatro diferentes fechas de siembra con un promedio de 3.9 t ha^{-1}. Al sembrar en fechas de siembra tempranas o tardías se estaría perdiendo en promedio el 50 % de la producción de grano.

REFERENCIAS

Benacchio S S (1982) Algunas Exigencias Agroecológicas en 58 Especies de Cultivo con Potencial de Producción en el Trópico Americano. FONAIAP–Centro Nal. de Inv. Agropec. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.

Francis C A (1972) Photoperiod sensitivity and adaptation in maize. 27th Annual Corn & Sorghum Research Conference. Chicago, ILL. USA. pp:119–131.

Moreno, G: T. y Hernández-Espinal, L. A. 2011. Producción de semilla de sorgo de polinización libre. Secretaria de agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Valle de Culiacán. Culiacán, Sinaloa, México (Memoria de Capacitación).

Moreno, G: T., Melgoza Villagómez, C. M., Hernández-Espinal, L. A., Loaiza-Meza A., Valenzuela-Herrera V. 2015. Rendimiento de variedades e híbridos de sorgos graníferos en diferentes fechas de siembra. XVIII Congreso Internacional en Ciencias Agricolas.

Ojeda B W, E Sifuentes I, H Unland W (2006) Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. Agrociencia 40:13–25.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2019. Anuario estadístico de la producción agrícola 2018 en México. El cultivo de sorgo. SAGARPA.

Stoskop, N.C. 1985. Cereal grain crops. Roston Publ. Co. Inc.; EUA.

RETOS EN LA AGRICULTURA PARA CONTRIBUIR AL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

CHALLENGES IN AGRICULTURE TO CONTRIBUTE TO THE ACHIEVEMENT OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Osuna-Amador, J.D.[1,3*], Méndez Alonzo, R.[1], Trasviña Castro, A.[2], Saldívar Lucio, R.[2], Hernández Martínez, R[1].

[1]Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), [2]CICESE-Unidad La Paz (CICESE-ULP), [3] Investigador del Campo Experimental Todos Santos del INIFAP, [*]Estudiante Doctorado en Ciencias en Ciencias de la vida, CICESE. Autor principal: *osunajd@cicese.edu.mx

RESUMEN

La agricultura global afronta el reto de proveer los alimentos que demanda una población en constante crecimiento. En este tema, se tienen experiencias celebres, como la Revolución Verde que logró un incremento de la productividad agrícola, sin embargo, conllevó un costo en la sostenibilidad de los ecosistemas de la Tierra. Es apremiante alinear las actividades agrícolas a un esquema de desarrollo sostenible, que permitan satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para cubrir sus propias necesidades. El objetivo de este trabajo fue determinar la relación de la agricultura con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) contenidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (A2030), así como identificar los retos que enfrenta la agricultura global y nacional para contribuir al cumplimiento de los ODS, a través del análisis de diversos documentos científicos en la materia. Los resultados indican que la agricultura presenta relevancia en el cumplimiento de los 17 ODS planteados en la A2030. De manera específica, la agricultura puede contribuir en mayor grado al cumplimiento de ODS 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas, ODS 2: Acabar con el hambre, lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover la agricultura sostenible, y ODS 3: Asegurar la disponibilidad y calidad del agua. El principal reto de la agricultura es incrementar la productividad; en este tema la investigación científica y el desarrollo tecnológico son una inversión de gran valor, que acompañados de la agricultura de precisión pueden incrementar la productividad de los cultivos.

ABSTRACT

Global agriculture faces the challenge of providing the food demanded by an ever-growing population. In this topic, there are successful experiences, such as the Green Revolution that achieved an increase in agricultural productivity; however, causing threats to the sustainability of land ecosystems. It is urgent to align all agricultural activities to a sustainable development scheme, allowing meeting to satisfy the needs of the present population without compromising the capacity of future generations to meet their own needs. The objective of this work was to identify the relationship between agriculture and the Sustainable Development Goals (SDGs) contained in the 2030 Agenda for Sustainable Development (A2030) of United Nations, as well as to identify the challenges facing global and national agriculture to contribute to the implementation of the SDGs, through the analysis of various scientific documents in this area. The results indicate that agriculture is relevant to accomplish the 17 SDGs declared in the A2030. Specifically, as examples, agriculture can contribute to accomplish SDG 1: Ending Poverty in All Its Forms, SDG 2: Ending Hunger, Achieving Food Security, Improving Nutrition and Promoting Sustainable Agriculture, and SDG 3: Ensuring Water Availability and Quality, among others. The main challenge of agriculture is to increase productivity, but maintaining ecosystem functionality; in this topic, scientific and

technological research is a valuable investment through updating of technological components, such as those of precision agriculture, which can improve crops productivity without ecosystem decays.

INTRODUCCIÓN

La agricultura global enfrenta el reto de proveer los alimentos para una población creciente (FAO, 2017). Se estima que para el año 2050 la población mundial alcance los 9.7 billones de habitantes, lo que requerirá aumentar en al menos un 60 por ciento la producción actual de alimentos (FAO, 2018). Incrementar la productividad agrícola ha sido una de las mejores respuestas ante la demanda de alimentos de una población creciente (IFPRI, 2002; Fuglie y Ling, 2012). Al respecto, se tienen experiencias célebres en la agricultura, como es el caso de la Revolución Verde, ocurrida a mediados del siglo XX. Sin embargo, este logro conllevó un costo en la sostenibilidad de los ecosistemas terrestres, la biodiversidad, en el agua y el clima (IFPRI, 2002; Nature Sustainability, 2020). La agricultura global requiere una evolución basada en un nuevo paradigma, para cumplir con la demanda creciente de alimentos, que permita reducir la huella ecológica derivada de su desarrollo y constituya un medio de mejora de la condición económica de pequeños agricultores a nivel global (Steffen *et al*., 2015; Rockström *et al*., 2017). Por lo anterior, es apremiante alinear las actividades agrícolas a un esquema de desarrollo sostenible (DS), que permita satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para cubrir sus propias necesidades (Avilés, 2014). El DS es una práctica que incluye el impulso de movimientos sociales, la organización de las instituciones, la elaboración de la ciencia y la tecnología, además de la negociación de compromisos entre quienes se preocupan por el medio ambiente, la economía y los aspectos sociales (Rodrigo-Cano *et al*., 2019). Derivado de las experiencias y avances alcanzados a través de política global con relación al DS, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2015 publicó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (A2030), documento que contiene los Objetivos para el Desarrollo Sustentable (ODS), compromiso que fue aceptado por las naciones integrantes (ONU, 2020a), y que se considera como un plan de acción para asegurar la prosperidad de las personas y el planeta. Asimismo, esta agenda busca fortalecer la paz universal, a la vez que reconoce que erradicar la desigualdad y la pobreza en todas sus formas y dimensiones, es el mayor reto global y un elemento indispensable para alcanzar el DS (ONU, 2015; ONU, 2020). Con base en el escenario descrito, el objetivo del presente trabajo fue determinar la relación de la agricultura con los ODS, así como identificar los retos que enfrenta la agricultura global y nacional para contribuir al cumplimiento de los ODS, a través del análisis de diversos documentos científicos en la materia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como primer paso en el presente análisis, se revisó la A2030 (ONU, 2015) con el propósito de identificar los ODS directamente relacionados con la agricultura. Para la definición de los principales retos de la agricultura, en el contexto global y nacional, se desarrolló la búsqueda de documentos científicos, técnicos y de política pública disponibles en la web y bases de información científica especializada, con lo que se identificaron alternativas que favorecen el desarrollo de una actividad agrícola sostenible y con ello poder contribuir al cumplimiento de los ODS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La agricultura presenta relevancia en el cumplimiento de los 17 ODS planteados en la A2030 (Figura 1), por su potencial de favorecer la buena salud, mejorar procesos de aprendizaje al relacionarse con la buena nutrición de las personas, permitir la participación de la mujer en procesos productivos, poseer un amplia área de mejora en el uso de energía asequible, limpia y con posibilidad de responder en medidas de mitigación del cambio climático, además de ser una actividad productiva que puede reducir la pobreza y contribuir a los procesos de paz y estabilidad global. De manera específica, los ODS en los que en mayor

grado puede contribuir la agricultura a su cumplimiento son: *ODS 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas*, ya que la actividad agrícola es en gran medida el medio de subsistencia de la población rural que alcanza el 80% de la población mundial (2.5 billones de habitantes) y el 23 % de la población en México (FAO, 2018); *ODS 2: Acabar con el hambre, lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover la agricultura sostenible, ya que* se ha señalado a nivel global que 800 millones de personas aún padecen hambre, mientras que en México se ha determinado que el 22.6 % de la población vive con inseguridad alimentaria moderada y severa, y el 32.9 % con inseguridad alimentaria leve (INEGI, 2018; Aguilar *et al*., 2019). En este punto, la agricultura tiene el reto de incrementar la productividad como un medio para contribuir al abaratamiento de los alimentos y sean más accesibles al consumidor. Finalmente, otro ODS en el que la agricultura tiene responsabilidad es el *ODS 3: Asegurar la disponibilidad y calidad del agua*, dado que, en el contexto global y nacional, el 70 y 75 por ciento del agua dulce disponible, respectivamente, es utilizada en la agricultura por lo que es apremiante hacer un uso eficiente de este recurso (FAO, 2016; FAO, 2017; CONAGUA, 2018).

Figura 1. Alimentos y agricultura en La Agenda 2030 (A2030) para el Desarrollo Sostenible. Relación de la agricultura con cada uno de los 17 Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS). (Fuente: FAO, 2015).

La revisión de literatura permitió detectar como principal reto para la agricultura, la necesidad de incrementar la productividad, es decir, obtener una mayor cantidad de productos agrícolas con menos recursos, manteniendo el impacto ecológico lo más bajo posible. Es importante mencionar que existen algunos factores que pueden reducir la presión a la agricultura, al agua disponible y a los ecosistemas naturales como recursos empleados en la producción de alimentos, entre estos el manejo del crecimiento de la población, la reducción de pérdidas en el proceso de producción de alimentos y evitar el desperdicio de estos en los hogares (Dobermann *et al*., 2013).

Actualmente, el 40 % de la superficie terrestre a nivel global ha sido transformada en áreas agrícolas destinadas a la producción de diversos cultivos, producción de fibras, biocombustibles y ganadería, y resulta necesario comprender que el hecho de incrementar la superficie agrícola puede comprometer la visión de DS planteada en la A2030, lo que agudizará la pérdida de biodiversidad suscitada en el antropoceno y que puede complicar el funcionamiento ecológico de las zonas agropecuarias y del resto de los ecosistemas (Rockström *et al*., 2017). Un elemento relevante detectado para incrementar la productividad en el sector agrícola es la inversión en investigación y desarrollo tecnológico, acompañada por procesos de transferencia de tecnología que permitan poner las innovaciones adecuadas en las manos de agricultores; inversión que ha comprobado generar tasas mayores de crecimiento agrícola en las naciones en las que han apostado por ello (Fuglie y Ling, 2012). En este tema se recomienda a las naciones en vías de desarrollo invertir al menos el 1% del producto interno bruto (PIB) en investigación agrícola, denotándose la oportunidad de México de incrementar la inversión en investigación, ya que en la actualidad solo destinada el 0.31% del PIB y dicho recurso se utiliza para atender diversos temas de investigación nacional (UNESCO, 2020). Los componentes tecnológicos que pueden ayudar a incrementar la productividad agrícola incluyen el mejoramiento genético (tolerancia/resistencia a factores bióticos/abióticos), definición de componentes tecnológicos apropiados para cada zona de interés (fechas y densidad de siembra, rotación de cultivos, irrigación, nutrición, manejo de la fertilidad del suelo, manejo de plagas/enfermedades y malezas), además de la utilización de la agricultura de precisión, en particular el uso de drones con sensores que permiten la generación de información para la toma de decisiones e incrementar la eficiencia en el manejo de cultivos (Dobermann *et al*., 2013; Nature Sustainability, 2020).

Existen metodologías de planificación, denominadas Backcasting, que pueden ayudar a una nación a definir las rutas más idóneas para que la política pública y programas les permitan transformar el sector agrícola de tal forma que sean consistentes con los ODS planteados en la A2030 (Kanter *et al*., 2016); esta metodología en particular, ayuda a desarrollar metas nacionales o estatales realistas que están alineados con los ODS, y posteriormente se construyen rutas tecnológicas y económicas que le permiten al país o estado cumplir la meta establecida.

CONCLUSIONES

La agricultura presenta relevancia en el cumplimiento de los 17 ODS planteados en la A2030, aunque en mayor grado puede contribuir al cumplimiento de: ODS 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas, ODS 2: Acabar con el hambre, lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover la agricultura sostenible, y ODS 3: Asegurar la disponibilidad y calidad del agua. El principal reto de la agricultura es incrementar la productividad; en este tema la investigación científica y desarrollo tecnológico es una inversión de gran valor mediante la cual se puede generar nuevo conocimiento, actualizar componentes tecnológicos, que acompañados de la agricultura de precisión mejorará la eficiencia productiva de los cultivos. El cumplimiento de los ODS es una meta en la que todos tenemos la responsabilidad de involucrarnos, mediante tareas compartidas, con el fin de alcanzar un futuro común.

REFERENCIAS

Aguilar, A.E., I. Caamal-Cauich, G. Barrios-Puente, M.A. Ortiz-Rosales. 2019. ¿Hambre en México? Una alternativa metodológica para medir la seguridad alimentaria. Estudios Sociales, Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional. 29(53): 1-26.

Avilés, L. A. 2014. Sustainable developments and environmental legal protection in the European Union: A model for Mexican courts to follow? Mexican Law Review Volume VI, number 2. Disponible en: DOI: 10.1016 / S1870-0578 (16) 30014-2.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2018. Estadísticas del agua en México. 303p. Ciudad de México, México. Disponible en: http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf Consultado el 06 de abril de 2019.

Dobermann, A., R. Nelson, D. Beever, D. Bergvinson, E. Crowley, G. Denning, K. Giller, J. Hughes, M. Jahn, J. Lynam, W. Masters, R. Naylor, G. Neth, I. Onyido, T. Remington, I. Wright y F. Zhang. 2013. Solutions for Sustainable Agriculture and Food Systems. Sustainable Development Solutions Network, a global initiative for the United Nations. 99 p.

Food and Agriculture Organization (FAO) for the United Nations. 2016. AQUASTAT: México. Disponible en: www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/MEX-WU Consultado el 01 de marzo de 2019.

Food and Agriculture Organization (FAO) for the United Nations. 2017. The future of food and agriculture: trends and challenges. Summary versión. 47p. Disponible en: www.fao.org/3/a-i6583e.pdf Consultado el 02 de marzo de 2019.

Food and Agriculture Organization (FAO) for the United Nations. 2018. The Global Framework on Water Scarcity in Agriculture (WASAG). 4p. Disponible en: www.fao.org/land-water/overview/WASAG Consultado el 02 de marzo de 2019.

Food and Agriculture Organization (FAO) for the United Nations. 2017. The future of food and agricultura: trends and challenges. Summary versión. 47p. Disponible en: www.fao.org/3/a-i6583e.pdf Consultado el 02 de marzo de 2019.

Fuglie, K. y S. Ling. 2012. Productivity growth in global agriculture shifting to developing countries. Choices the magazine of food, farm, and resources issues. 27(4). Pp 1-7.

INEGI. 2018. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ensanut/2018/doc/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf Consultado el 12 de agosto de 2020.

International Food Policy Research Institute (IFPRI). 2002. Green revolution curse or blessing. Disponible en: https://oregonstate.edu/instruct/css/330/three/Green.pdf Consultado el 25 de abril de 2020.

Kanter, D. R., M. H. Schwoob, W.E. Baethgen, J. E. Bervejillo, M. Carriquiry, A. Dobermann, B. Ferraro, B. Lanfranco, M. Mondelli, C. Penengo, R. Saldias, M. E. Silva y J.M. Soares. 2016. Translating the Sustainable Development Goals into action: A participatory backcasting approach for developing national agricultural transformation pathways. Global Food Security 10: 71-79.

Nature Sustainability. 2020. Green and grow. Disponible en: https://www.nature.com/articles/s41893-020-0525-6

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2015. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Disponible en: www.sustainabledevelopment.un.org Consultado el 01 de julio de 2020.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2020. Sustainable Developments Goals: Knowledge platform. Disponible en: https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300 Consultado el 03 de julio de 2020.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2020a. About the Sustainable Development Goals. Disponible en: https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/ Consultado el 04 de julio de 2020.

Pardey, P.G., C. Kang, S. P. Dehmer y J.M. Beddow. 2016. Comment: Agricultural R & D is on the move. Nature, Vol. 537. Pp 301-303.

Rockström, J., J. Williams, G. Daily, A. Noble, N. Matthews, L. Gordon, H. Wetterstrand, F. DeClerck, M. Shah, P. Steduto, C. de Fraiture, N. Hatibu, O. Unver, J. Bird, L. Sibanda y J. Smith. 2017. Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio 46: 4-17*.

Rodrigo-Cano, D., M.J. Picó, y G. Dimuro. 2019. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como marco para la acción y la intervención social y ambiental. *Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía, 9* (17), 25-36. https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.02

Steffen, W., K. Richardson, J. Rocström, S. E. Cornell, I. Fetzer, E. M. Benett, R. Biggs, S. R. Carpenter, W. de Vries, C. A. de Wilt, C. Folkes, D. Gertens, J. Heinke, G.M. Mace, L. M. Persson, V. Ramanathan, B. Reyers y S. Sörlin. 2015. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. Science 347 (6223). DOI:10.1126/science.1259855.

UNESCO. 2O2O. How much your country invest in R & D. Disponible en: http://uis.unesco.org/sites/all/modules/custom/uis_applications/apps/visualisations/research-and-development-spending/ Consultado el 12 de agosto de 2020.

MANEJO AGRONÓMICO PARA OPTIMIZAR EL CRECIMIENTO DE PINO PRIETO EN PLANTACIONES COMERCIALES ESTABLECIDAS EN DURANGO

AGRONOMIC MANAGEMENT TO OPTIMIZE THE GROWTH OF PINE TREES IN COMMERCIAL PLANTATIONS ESTABLISHED IN DURANGO, MÉXICO

Rosales-Serna, Rigoberto[1], Saúl Santana Espinoza[1*], Julio César Ríos Saucedo[1], Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1] y Donají Sierra Zurita[1].

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. *Autor principal: santana.saul@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Se requiere el ajuste del manejo agronómico para optimizar el crecimiento de pino (*Pinus* spp.) y con ello, reducir el ciclo de corta en plantaciones comerciales. El objetivo fue evaluar el efecto de la poda y fertilización foliar sobre el crecimiento en plantaciones comerciales de pino establecidas en Durango. Se evaluó una plantación de pino prieto (*Pinnus greggii*) en La Soledad, Dgo., en la cual se aplicaron dos tratamientos de poda (0 y 50 %) y fertilización foliar (con y sin aplicación). Se evaluó el diámetro basal (Db), altura de planta (AP) y diámetro de copa (DC) a los 0 y 95 días después de la poda. Los datos se analizaron bajo un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial (2 x 2), dos repeticiones y nueve observaciones por repetición. La comparación de medias se obtuvo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) para Db entre tratamientos de poda. El Db fue más alto en árboles sin poda (7.8 cm), mientras que en los árboles con 50 % de poda el valor fue significativamente bajo (6.6 cm). La AP y DC presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$; $p \leq 0.01$) entre tratamientos de poda y fertilización. La AP (231.6 cm) y DC (168.1 cm) mostraron valores significativamente altos en el tratamiento sin poda, en relación con los árboles podados. Además, en árboles sin poda se observó que la fertilización foliar incrementó significativamente la altura de la planta (257.3 cm) y DC (178.5 cm). La poda es una práctica que afecta en forma negativa la acumulación de biomasa forestal en plantas de pino prieto. En contraste, la fertilización foliar, con auxinas y micronutrientes quelatados, favoreció el crecimiento de esta especie cultivada en Durango.

ABSTRACT

Adjustment of agronomic management is required in order to optimize the growth of pine (*Pinus* spp.) and reduce the cutting cycle in commercial plantations. The objective was to evaluate the effect of pruning and foliar fertilization on growth of commercial pine plantations

established in Durango. A plantation of Gregg's pine (*Pinnus greggii*) in La Soledad, Dgo., was evaluated, in which two pruning (0 and 50 %) and two foliar fertilization (with and without application) treatments were applied. Basal diameter (Bd), plant height (PH) and crown diameter or spread (CD) were evaluated at 95 days after pruning. The data were analyzed under a completely randomized design with factorial (2 x 2) arrangement, two replications and nine observations per replication. The comparison of means was obtained with the Tukey test ($p \leq 0.05$). Significant differences ($p \leq 0.01$) were detected for Bd between pruning treatments. Higher values for Bd were observed in trees without pruning (7.8 cm), compared to trees with 50 % of pruning showing significant reduction for this trait (6.6 cm). The PH and CD registered significant differences ($p \leq 0.05$; $p \leq 0.01$) between pruning and fertilization treatments. The PH (231.6 cm) and CD (168.1 cm) showed significant increment in the treatment without pruning, in relation to the pruned trees. In addition, in trees without pruning the foliar fertilization caused significant increments for PH (257.3 cm) and CD (178.5 cm). Pruning was a practice showing negative effects over the accumulation of forest biomass in Gregg's pine trees. In contrast, foliar fertilization, including auxins and chelated micronutrients, favored the biomass accumulation of this species grown in Durango.

INTRODUCCIÓN

En la última década se incrementó la superficie establecida con plantaciones forestales de especies leñosas en suelos agrícolas de Durango, donde alcanzó un total de 1 866 ha en 2013 (SEMARNAT, 2015). En esa entidad, el gobierno estatal implementó un programa de plantaciones forestales en coordinación con empresarios de la industria maderera, que mostraron interés en la obtención de biomasa para fabricación tableros industriales, extracción de pulpa y elaboración de pélets. Por ello, se espera incrementar la producción sostenible de biomasa forestal y al mismo tiempo, revertir la perturbación drástica del bosque templado registrada en la actualidad. Las plantaciones forestales requieren tecnología que reduzca de forma significativa el periodo para el crecimiento del arbolado, con la finalidad de agilizar la obtención de biomasa forestal y generación de recursos económicos para la productores de diferentes regiones del estado de Durango.

El pino prieto (*Pinus greggii*) es considerado como una de las especies forestales más importantes para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en Durango (Maldonado y Návar, 2002). Esta especie muestra un periodo largo de tiempo entre la plantación y el aprovechamiento forestal (ciclo de corta), el cual supera los 10 años. Con base en lo anterior, se buscan alternativas viables y sostenibles para acelerar el crecimiento del pino prieto, sin demeritar la calidad de la biomasa. Con ello, se busca reducir los costos de

producción y evitar el desaliento de los productores interesados en las plantaciones forestales de tipo comercial. Para lograrlo, es necesario identificar componentes del manejo agronómico que aceleren el crecimiento del pino prieto en plantaciones establecidas en terrenos agrícolas marginales, con la finalidad de reducir el periodo para el aprovechamiento forestal del arbolado.

La poda es considerada como un componente técnológico importante para estimular el crecimiento de árboles forestales, dar forma y controlar la densidad de la copa y al mismo tiempo, producir madera libre de nudos (Aparicio y Caniza, 2009; Dorantes, 2011). Se considera que, esta actividad es de importancia menor en el caso de la producción de astilla y biomasa forestal para la obtención de pulpa y elaboración de pélets. Lo anterior, debido a que la realización de podas reduce la biomasa acumulada, disminuye la fuente de fotoasimilados y tiene sus implicaciones económicas, relacionadas con la necesidad de recursos para la adquisición de herramientas, contratación de mano de obra calificada y el incremento de riesgos sanitarios para las plantas. La fertilización es otro componente de importancia en el manejo agronómico del pino prieto, especialmente para el suministro de los nutrientes deficitarios (fósforo, hierro, manganeso, boro, cobre y zinc) en suelos marginales, que predominan en áreas usadas para establecimiento de plantaciones forestales de tipo comercial. Existen en el mercado fertilizantes foliares que pueden corregir deficiencias de minerales en el corto plazo, especialmente los que incluyen en su formulación formas quelatadas de minerales deficitarios y auxinas, que estimulan el incremento en altura. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la poda y fertilización foliar sobre el crecimiento en plantaciones comerciales de pino prieto establecidas en Durango.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluó una plantación comercial de pino prieto establecida en La Soledad, Canatlán, Dgo. La plantación se realizó en 2015 (5 años de edad), con una densidad de 1 258 plantas/ha (3.00 m entre hileras y 2.65 m entre plantas), en la cual se evaluaron, en 2020, dos tratamientos de poda (0 y 50 %) y fertilización (sin aplicación y aplicación de fertilizante foliar). El suelo mostró deficiencias en nitrógeno, fósforo y potasio, así como el posible nivel bajo para otros minerales de importancia en el crecimiento vegetal, especialmente aquellos retenidos en las partículas del suelo (Fe, Mn, B, Cu y Zn). Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio con arreglo factorial (2 x 2) y dos repeticiones con nueve árboles. La poda (50 %) se realizó el 23 de febrero de 2020, mediante el uso de herramientas apropiadas (tijeras de poda y serrucho) para hacer cortes limpios, lo más cercanos al tronco y sin dejar

muñon (Aparicio y Caniza, 2009). Además, en el tratamiento correspondiente se realizaron aspersiones de fertilizante foliar (Bayfolan®, 1.1 L/ha) a los 12 y 19 días después de la poda.

Se evaluaron las variables diámetro basal (Db) del tallo, altura de planta (AP) y diámetro de copa (DC), al momento de realizar la poda y 95 días después. Para ello, se utilizaron nueve tallos unifustales por repetición, en los cuales se determinó el Db con la forcípula a 10 cm de la superficie del suelo; mientras que, la AP y DC se determinaron con una regla métrica telescópica y flexómetro. La AP se evaluó desde la superficie del suelo y hasta el ápice del tallo principal; mientras que, el DC se midió con el flexómetro en dos direcciones (este-oeste y norte-sur), para luego obtener el valor medio que fue utilizado en el análisis de varianza. Los datos obtenidos se usaron para la realización del análisis estadístico, bajo un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial y nueve observaciones por repetición. En las variables que se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$; $p \leq 0.01$), entre los tratamientos de poda y fertilización, se desarrolló la comparación de medias con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.01$) para Db entre tratamientos de poda, mientras que para la fertilización se observó igualdad estadística y la interacción (Poda x Fertilización) careció de significancia estadística (Cuadro 1). Los valores para el Db fueron más altos en el tratamiento sin poda (7.8 cm), mientras que en los árboles con 50 % de poda el valor fue de 6.6 cm (Cuadro 2). Los resultados mostraron la influencia negativa de la poda, sobre el crecimiento secundario del tallo en las plantas de pino prieto, lo que afectó la productividad de biomasa para astilla y retrasó la fecha de aprovechamiento forestal de la plantación. Es necesario corroborar los datos y considerar que las podas son recomendadas principalmente para la dar forma a la copa (Torres y Rojas, 2008) y producción de madera libre de nudos (Aparicio y Caniza, 2009). Por ello, es necesario decidir oportunamente la utilidad que se dará a la biomasa producida en las plantaciones comerciales de pino prieto establecidas en Durango, con la finalidad de realizar el manejo agronómico necesario para optimizar el crecimiento.

La AP y DC presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$; $p \leq 0.01$) entre tratamientos de poda y fertilización; mientras que, la interacción (Poda x Fertilización) no presentó significancia estadística (Cuadro 1). La AP, fue significativamente mayor en el tratamiento sin poda (231.6 cm), en relación con los árboles podados (185.9 cm) (Cuadro 2). A su vez, la fertilización foliar favoreció significativamente el crecimiento de la planta (257.3

cm) en el tratamiento sin poda, al compararlo con los árboles sin aplicación (205.9 cm). En los árboles podados se observó respuesta similar entre tratamientos de fertilización foliar (182.4 a 189.3 cm). Los resultados mostraron la importancia que tiene el mantenimiento de los árboles de pino sin necesidad de hacer podas y el efecto que tuvo la aplicación del fertilizante foliar sobre la potenciación del crecimiento. Es necesario considerar el manejo de la fertilización, especialmente el uso de formas quelatadas de oligo y micronutrientes que son retenidos por las partículas de los suelos predominantes en sitios de plantación forestal en Durango. Además, en algunos casos es recomendable la incorporación de materia orgánica para estabilizar el pH del suelo (6.5-7.0) en forma orgánica y sostenible. Con ello, se liberarán los nutrientes de forma natural y estarán en sus formas disponibles para la planta de pino prieto.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables evaluadas en una plantación de pino prieto con dos tratamientos de poda y fertilización. La Soledad, Dgo. 2020.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Diámetro Basal (cm)	Altura Planta (cm)	Diámetro de Copa (cm)
Poda (P)	1	23.6**	37307.0**	113822.8**
Fertilización (F)	1	6.9$^{N.S.}$	15236.3*	6113.1**
P x F	1	9.9$^{N.S.}$	8608.7$^{N.S.}$	88.2$^{N.S.}$
Error	68	2.8	2213.0	854.6
Promedio		7.2	208.7	127.6
^{1}CV (%)		23.3	22.5	22.9

$^{N.S.}$ = no significativo, *= significativo ($p \leq 0.05$), ** = altamente significativo ($p \leq 0.01$). ^{1}CV = coeficiente de variación.

Cuadro 2. Promedios del análisis de varianza para variables evaluadas en una plantación de pino prieto con dos tratamientos de poda y fertilización. La Soledad, Dgo. 2020.

Tratamiento	Fertilización	Diámetro Basal (cm)	Altura Planta (cm)	Diámetro de Copa (cm)
Con poda	Sin Fertilización	6.7	182.4^{c}	79.8^{d}
	Fertilización Foliar	6.5	189.3^{c}	96.2^{c}
	Promedio	6.6^{B}	185.9^{B}	88.0^{B}
Sin poda	Sin Fertilización	7.1	205.9^{b}	157.7^{b}
	Fertilización Foliar	8.4	257.3^{a}	178.5^{a}
	Promedio	7.8^{A}	231.6^{A}	168.1^{A}
Prom. Gral.		7.2	208.8	128.1
^{1}CV (%)		23.3	22.5	22.9

^{1}CV = coeficiente de variación. Las letras en cada columna representan diferencias significativas entre tratamientos de poda ($^{A-B}$) y fertilización ($^{a-d}$) de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

El DC fue significativamente más alto en el tratamiento sin poda (168.1 cm), en comparación con los árboles podados (88.0 cm). La ausencia de poda y la aplicación de fertilizante foliar favorecieron el incremento significativo del DC (178.5 cm), en comparación con el tratamiento sin poda ni fertilización (157.7 cm); así como, en los dos tratamientos con poda 50 %, sin y con fertilización foliar (79.8 a 96.2 cm). Los resultados obtenidos mostraron la necesidad de evitar la realización de podas, las cuales son innecesarias si la biomasa obtenida de las plantaciones de pino prieto será utilizada en la producción de astilla para tableros, extracción de pulpa y elaboración de pélets. Se observó que la aplicación foliar de abonos complementados con auxinas y formas quelatadas de minerales, como hierro, favorecieron el crecimiento de pino prieto cultivado en plantaciones forestales que son establecidas comercialmente en Durango.

CONCLUSIONES

La poda es una práctica que afecta en forma negativa el crecimiento del pino prieto usado principalmente para producir biomasa forestal en Durango. La fertilización foliar con micronutrientes quelatados como hierro, complementados con auxinas, favoreció significativamente el crecimiento del pino prieto plantado en suelos marginales.

REFERENCIAS

Aparicio. J. L. y F. J. Caniza. 2009. Pautas para la producción de madera libre de nudos de *Pinus* sp. y *Eucalyptus grandis*. INTA. Argentina. 7 p. Consultado en línea 02/07/2020. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/estadisticas/_archivos2/000000_Silvicultura/000000_Poda%20de%20Pino%20y%20Eucalyptys%20(INTA)/000000_Poda%20de%20Pino%20y%20Eucalyptus%20(INTA).pdf

Dorantes R., K. J. 2011. Evaluación del efecto de hormonas reguladoras de crecimiento aplicando dos tipos de podas en *Pinus greggii* Engelm. en Saltillo, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, México. 97 p.

Maldonado A., D., y J. Návar C. 2002. Ajuste y predicción de la distribución Weibull a las estructuras diamétricas de plantaciones de pino de Durango, México. Madera y Bosques 8(1): 61-72.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2015. Consulta temática. Plantaciones Forestales Comerciales. http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA09_02&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce

Torres C., G., y F. Rojas R. 2008. Árboles de navidad: un cultivo forestal a muy corto plazo (Segunda parte). Kurú: Revista Forestal (Costa Rica) 5(14): 1-3.

PODA COMO COMPONENTE TECNOLÓGICO PARA LA OPTIMIZACIÓN PRODUCTIVA EN PLANTACIONES COMERCIALES DE PINO

PRUNING AS A TECHNOLOGICAL COMPONENT FOR PRODUCTIVE OPTIMIZATION IN COMMERCIAL PINE PLANTATIONS

Rosales-Serna, Rigoberto[1], Erickson Basave Villalobos[1], Saúl Santana Espinoza[1], Julio César Ríos Saucedo[1*] y Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1].

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. *Autor principal: rios.julio@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Se requiere el ajuste de componentes técnológicos para estimular el crecimiento en plantaciones comerciales de pino prieto (*Pinus greggii*). El objetivo fue evaluar el efecto de la poda en la optimización productiva de plantaciones comerciales de pino prieto establecidas en Durango. En 2020, se evaluó una plantación comercial de pino prieto establecida desde 2007, con separaciones de 3 m entre hileras y 1.5 m entre árboles. En el sitio predominan el suelo franco-arcilloso, clima templado semiárido, temperatura media de 17.4 °C y un promedio anual de lluvia acumulada de 476 mm. En 2016, se aplicaron tres tratamientos de poda (0, 50 y 75 %) bajo un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 40 árboles por repetición. Después de la poda se evaluó el diámetro normal (DN) y altura de la planta (AP); mientras que en marzo de 2020 se midió diámetro basal (Db), DN, AP y altura del fuste (AF). El análisis de varianza se realizó con el diseño experimental utilizado y la comparación de medias se obtuvo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Se observó igualdad estadística entre tratamientos luego de la poda y el DN varió entre 6.7 y 7.1 cm; mientras que, la AP fluctuó entre 3.8 m y 4.0 m. En 2020, se detectaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre tratamientos de poda para Db, AP y AF; mientras que, para DN se registró igualdad estadística. El Db fue más alto en poda 0 % (15.4 cm) y poda 75 % (15.1 cm). El DN varió entre 9.3 cm (poda 50 %) y 9.8 cm (poda 0 %). La AP fue significativamente mayor en poda 0 % (6.8 m) y poda 50 % (6.1 m), comparados con poda 75 % (5.9 m). La AF fue significativamente mayor en poda 75 % (2.6 m), al compararlo con poda 0 % (0.2 m). La poda mostró influencia reducida e inconsistente sobre variables relacionadas con el crecimiento de pino prieto. La AP es útil para determinar, en el corto plazo, el efecto de tratamientos de poda sobre el crecimiento de pino prieto.

ABSTRACT

Adjustment of technological components is required in order to stimulate growth in commercial Gregg's pine (*Pinus greggii*) plantations. The objective was to evaluate the effect of pruning on the productive optimization of commercial Gregg's pine plantations established in Durango. In 2020, a commercial Gregg's pine plantation, established since 2007 was evaluated, with separations of 3 m between rows and 1.5 m between trees. In the planting site predominate loam-clay soils, temperate semi-arid climate, average annual temperature of 17.4 °C and an average annual accumulated rainfall of 476 mm. In 2016, three pruning treatments (0, 50 and 75 %) were applied under a randomized complete block design with four replications and 40 trees per replication. After pruning, the normal diameter (ND) and plant height (PH) were evaluated; while in March 2020, basal diameter (Bd), ND, PH and trunk height (TH) were measured. The analysis of variance was performed under the experimental design used in the study and the comparison of means was obtained with the Tukey test ($p \leq 0.05$). After pruning statistically similar results were observed between treatments and the ND varied between 6.7 and 7.1 cm; while, the PH fluctuated between 3.8 m and 4.0 m. In 2020, highly significant differences ($p \leq 0.01$) were detected between pruning treatments for Bd, PH and TH; while, for ND statistically similar results were registered. Highest values for Bd was observed in pruning 0 % (15.4 cm) and pruning 75 % (15.1 cm). The ND varied between 9.3 cm (pruning 50 %) and 9.8 cm (pruning 0 %). Significant increment for PH was observed in pruning 0 % (6.8 m) and pruning 50 % (6.1 m), compared to pruning 75 % (5.9 m). Highest value for TH was registered at pruning 75 % (2.6 m) and significant reduction was registered at 0 % pruning (0.2 m). Pruning showed reduced and inconsistent influence over traits related to the growth of Gregg's pine. The PH is a useful trait to determine, in short time periods, the effect of pruning treatments on the growth of Gregg's pine trees.

INTRODUCCIÓN

Se incrementó la superficie establecida con plantaciones forestales de especies leñosas, por lo que en Durango, México, se alcanzó un total de 1 866 ha en 2013 (SEMARNAT, 2015). Además, en 2015, el gobierno estatal implementó un programa de plantaciones forestales en coordinación con empresarios de la industria maderera, para producir biomasa forestal (astilla), útil en la fabricación de tableros industriales. Con ello, se espera revertir la deforestación que se ha registrado en Durango, como resultado de un proceso histórico de perturbación gradual del bosque, derivado del aprovechamiento forestal desordenado y ampliación de las áreas de pastizal y uso agrícola. Entre las especies de tipo forestal más

utilizadas en las plantaciones de Durango se consideró *Pinus greggii* (pino prieto) (Maldonado y Návar, 2002).

El periodo de crecimiento del arbolado en las plantaciones forestales es largo, lo cual retrasa la obtención de percepciones económicas para los productores. Se ha observado que el periodo de tiempo entre la plantación y el aprovechamiento forestal del pino es más de 10 años, según el uso que se dará la biomasa obtenida. Lo anterior, desalienta el establecimiento de este tipo de plantaciones y la mayoría de los productores desisten para dar continuidad al cultivo. Con ello, se pierde la inversión inicial y se propicia la pérdida de los beneficios económicos derivados del aprovechamiento forestal. Se consideró necesario evaluar componentes tecnológicos para acelerar el crecimiento de las plantaciones comerciales de pino prieto establecidas en terrenos agrícolas marginales, con la finalidad de reducir el ciclo de corta de los árboles.

La poda es considerada como uno de los componentes técnológicos más importantes para estimular y controlar el crecimiento, forma y densidad de la copa en pino prieto (Dorantes, 2011). Sin embargo, la realización de podas tiene sus implicaciones económicas que se relacionan con la necesidad de adquirir herramientas especializadas y contratación de mano de obra; así como, generación de riesgos sanitarios para el arbolado. Con base en lo anterior, se trabajó con el objetivo principal de evaluar la poda como componente tecnológico para la optimización productiva en plantaciones comerciales de pino prieto establecidas en Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 2020, se evaluó una plantación comercial de pino prieto establecida en Durango, Dgo., desde 2007 (13 años de edad), en la cual se tuvo una densidad inicial de 2 222 árboles/ha, con separaciones de 3 m entre hileras y 1.5 m entre árboles. El sitio experimental se ubicó 23° 59’ 27” N, 104° 37’ 30” O y una altitud de 1 881 m. El suelo predominante del sitio es del tipo franco (arcilloso y arenoso), el cual tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 %, pH de 7.9 y es pobre en contenido de materia orgánica y nutrientes. El clima predominante es templado semiárido [BS_1 kw (w) (e)], con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura y la media anual para esta variable es de 17.4 °C (García, 1987). La lluvia acumulada durante el año alcanza un promedio de 476 mm, con valores altos entre junio y septiembre (Medina *et al*., 2005).

En 2016, se aplicaron tres tratamientos de poda (0, 50 y 75 %) bajo un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y una parcela útil de 40 árboles (observaciones) por repetición. La poda se realizó con herramientas apropiadas (tijeras de poda y serrucho) para hacer cortes limpios, cercanos al tronco y sin dejar muñon (Aparicio y Caniza, 2009). Inmediatamente después de la poda se evaluó el diámetro normal (DN) y altura de la planta

(AP); mientras que en marzo de 2020, se midió el diámetro basal (Db), DN, AP y altura del fuste (AF). Se utilizó la forcipula para medir el Db a 10 cm y DN a 130 cm de altura de los tallos unifustales. La altura del árbol (AP) y del fuste (AF) se evaluaron, con una regla métrica telescópica, desde la superficie del suelo hasta el ápice del tallo principal (AP) y el inicio de la copa o parte de importancia comercial del tallo (AF). Los datos obtenidos se usaron para el análisis de varianza en bloques completos al azar, con tres tratamientos y 40 observaciones por cada una de cuatro repeticiones. En las variables que se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$; $p \leq 0.01$) entre tratamientos, se desarrolló la comparación de medias con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó igualdad estadística entre tratamientos al momento de realizar la poda (Cuadro 1) y el DN varió entre 6.7 y 7.1 cm; mientras que, la AP fluctuó entre 3.8 m y 4.0 m (Cuadro 2). Lo anterior, permitió evaluar el efecto de los tratamientos de poda en árboles con crecimiento inicial uniforme y con ello, evitar sesgo durante el estudio. En 2020, se detectaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los tratamientos de poda para Db, AP y AF; mientras que, para DN se registró igualdad estadística (Cuadro 3). Se observó diferencia en la utilidad de las variables evaluadas para determinar el efecto de tratamientos de poda, sobre la morfología y crecimiento del pino prieto cultivado en plantaciones comerciales establecidas en Durango. Por ello, se consideró necesario identificar atributos de evaluación sencilla, relacionados con el crecimiento de pino prieto, y que muestren sensibilidad para determinar en el corto plazo el efecto de la aplicación de componentes tecnológicos, como poda, riego, fertilización y control de insectos.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables evaluadas en una plantación de pino prieto establecida en Durango, Dgo., 2016.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Diámetro Normal (cm)	Altura de Planta (m)
Poda (P)	2	$7.7^{N.S.}$	$1.4^{N.S.}$
Bloque	3	2.0	1.8
Error	470	3.8	0.6
Promedio		6.9	3.9
^{1}CV (%)		28.3	20.0

$^{N.S.}$ = no significativo; ^{1}CV = coeficiente de variación.

Cuadro 2. Valores medios para variables evaluadas en una plantación de pino prieto establecida en Durango, Dgo., 2016.

Tratamiento de Poda	Diámetro Normal (cm)	Altura Planta (m)
0 %	6.8	4.0
50 %	6.7	3.8
75 %	7.1	4.0
Promedio	6.9	3.9
[1]CV (%)	28.3	20.0

[1]CV = coeficiente de variación.

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables evaluadas en una plantación de pino prieto establecida en Durango, Dgo., 2020.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	[1]Db (cm)	DN (cm)	Altura de Planta (m)	Altura del Fuste (m)
Poda (P)	2	68.3**	8.3[N.S.]	23.5**	119.1**
Bloque	3	1.9	7.7	53.9	0.3
Error	447	12.5	7.7	1.7	0.1
Promedio		14.8	9.5	6.3	1.2
[2]CV (%)		23.8	29.1	20.6	21.5

[1]Db (cm) = diámetro basal, DN = diámetro normal (1.3 m), [N.S.] = no significativo, ** = altamente significativo ($p \leq 0.01$). [2]CV = coeficiente de variación.

Cuadro 4. Valores medios para variables evaluadas en una plantación de pino prieto establecida en Durango, Dgo., 2020.

Tratamiento de Poda	[1]Db (cm)	DN (cm)	Altura de Planta (m)	Altura del Fuste (m)
0 %	15.4[a]	9.8	6.8[a]	0.2[c]
50 %	14.1[b]	9.3	6.1[ab]	1.4[b]
75 %	15.1[ab]	9.6	5.9[b]	2.6[a]
Promedio	14.8	9.5	6.3	1.2
[2]CV (%)	23.8	29.1	20.6	21.5

[1]Db (cm) = diámetro basal, DN = diámetro normal (1.3 m). Las letras en cada columna representan diferencias significativas entre tratamientos de poda ([a-c]) de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). [2]CV = coeficiente de variación.

El Db fue mayor en poda 0 % (15.4 cm), aunque el valor fue estadísticamente igual al obtenido con poda 75 % (15.1 cm) y ambos superaron significativamente a la poda 50 % (14.1 cm) (Cuadro 4). Los resultados mostraron que la poda es un componente tecnológico de utilidad baja en plantaciones comerciales (Dorantes, 2011), especialmente en las que serán aprovechadas en la producción de biomasa forestal. Lo anterior, se corroboró con la respuesta observada para el caso del DN, el cual varió entre 9.3 cm (poda 50 %) y 9.8 cm (poda 0 %). Las medidas del diámetro normal (Db y DN) mostraron utilidad baja en plantaciones de corta rotación, ya que requieren varios años para mostrar diferencias entre tratamientos. La AP fue

significativamente mayor en el tratamiento sin poda (6.8 m), aunque fue estadísticamente igual al tratamiento con poda 50 % (6.1 m) y ambos superaron significativamente a la poda 75 % (5.9 m). La altura de planta, mostró reducción paulatina conforme se incrementó el nivel de poda y puede ser utilizada en el corto plazo para evaluar el efecto de la aplicación de componentes tecnológicos (Tonguc y Guner, 2017), sobre la acumulación de biomasa en pino prieto.

La AF fue significativamente mayor en poda 75 % (2.6 m); mientras que, el más bajo se detectó en poda 0 % (0.2 m). Lo anterior, demuestra que se mantuvo el efecto de la poda, luego de cuatro años, debido a la realización correcta de esta actividad y el sombreado que ocasionó la densidad alta de la plantación, lo que redujo el crecimiento de brotes proventicios. Con base en los resultados, puede decirse que la poda mostró influencia reducida sobre las variables de interés económico en pino prieto, como son el diámetro del tallo (Db y DN) y altura de la planta, la cual se vió afectada negativamente con la poda 75 %. Por ello, se consideró necesario decidir oportunamente la utilidad de la biomasa forestal (madera, astilla) obtenida en plantaciones comerciales de pino prieto, con la finalidad de aplicar los componentes tecnológicos que incrementen el crecimiento en cada sistema de producción. Con ello, se lograrán aumentos en las tasas de acumulación de biomasa y se reducirán los tiempos para el aprovechamiento forestal de las plantaciones establecidas en Durango. En la producción de astilla y celulosa, es recomendable omitir la poda y ampliar las distancias de plantación a 3 m entre hileras y 2.6 m entre plantas.

CONCLUSIONES

La poda es una práctica que tiene un efecto leve y en ocasiones negativo, sobre el crecimiento del pino prieto usado principalmente para producir astilla en Durango. Este componente tecnológico puede omitirse para reducir costos y eventualmente, lograr incrementos en la acumulación de biomasa forestal y altura de la planta. Con lo anterior, se reducirán costos y disminuirá el periodo de espera entre la plantación y el aprovechamiento forestal del pino prieto cultivado en Durango.

REFERENCIAS

Aparicio. J. L. y F. J. Caniza. 2009. Pautas para la producción de madera libre de nudos de *Pinus* sp. y *Eucalyptus grandis*. INTA. Argentina. 7 p. Consultado en línea 02/07/2020. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/estadisticas/_archivos2/000000_Silvicultura/000000_Poda%20de%20Pino%20y%20Eucalyptys%20(INTA)/000000_Poda%20de%20Pino%20y%20Eucalyptus%20(INTA).pdf

Dorantes R., K. J. 2011. Evaluación del efecto de hormonas reguladoras de crecimiento aplicando dos tipos de podas en *Pinus greggii* Engelm. en Saltillo, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, México. 97 p.

García M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. México, D. F. 217 p.

Maldonado A., D., y J. Návar C. 2002. Ajuste y predicción dela distribución Weibull a las estructuras diamétricas de plantaciones de pino de Durango, México. Madera y Bosques 8(1): 61-72.

Medina G., G., G. Díaz P., J. López H., J. A. Ruiz C., y M. Marín S. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Durango (Periodo 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo. México. 224 p.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2015. Consulta temática. Plantaciones Forestales Comerciales. http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA09_02&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce

Tonguc, F. and S. Guner. 2017. Effects of pruning on diameter and height growth of *Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasina* plantations in Turkey. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB) 2(1): 248-252.

SENSOR DE NIVEL DE SEMILLA EN UNA SEMBRADORA DE PRECISIÓN

SEED LEVEL SENSOR ON A PRECISION SEEDER

Rojas-Santillán, Carlos*; Ernesto Martínez Reyes*

***Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias**
***Autor principal: rojas.carlos@inifap.gob.mx**

RESUMEN

En años recientes las nuevas tecnologías generadas a partir de las diversas áreas del conocimiento se han ido implementando a la agricultura, por ejemplo: El uso de sensores piezoeléctricos para contar semilla o los sistemas de visión opotoelectrónicos, usados para medir el espaciamiento entre semillas. A pesar de ello, en México no se cuentan con equipos agrícolas, que contengan algún tipo de electrónica. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una tarjeta electrónica de bajo costo que involucra un sensor óptico infrarrojo para detectar presencia, en la tolva de semilla de una sembradora, y que la aplicación del sensor fuera de alertar del nivel mínimo de semilla con dos sistemas: visual y sonora. Para conseguirlo, se generó un circuito al que se le implementaron técnicas de Diseño Asistido por Computadora (CAD) en un software libre, KiCad de linux y se construyó una placa de circuito impreso (PCB) con una máquina de control numérico donde los componentes electrónicos fueron integrados. De los resultados obtenidos al utilizar este tipo de tecnología es que el sensor se puede adaptar en cualquier tipo de tolva de semilla y que los dispositivos de aviso de recarga de suministro (semilla) trabajan sin inconveniente alguno, para ser identificado por el operario e identificar que la sembradora se encuentra en el nivel mínimo de semilla.

ABSTRACT

In recent years, new technologies generated from the various areas of knowledge have been implemented in agriculture, for example: The use of piezoelectric sensors to count seeds or opotoelectronic vision systems, used to measure the spacing between seeds. Despite this, Mexico does not have agricultural equipment that contains some type of electronics. The objective of this work was to develop a low-cost electronic card that involves an infrared optical sensor to detect presence in the seed hopper of a seeder, and that the application of the sensor was to alert the minimum seed level with two systems: visual and sound. To achieve this, a circuit was generated to which Computer Aided Design (CAD) techniques were implemented in free software, KiCad for linux and a printed circuit board (PCB) was built with a numerical control machine where the electronic components were integrated. The results obtained when using this type of technology is that the sensor can be adapted to any type of seed hopper and that the supply (seed) refill warning devices work without any inconvenience, to be identified by the operator and identify that the planter is at the minimum seed level.

INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola alimentaria en México se ha realizado por mucho tiempo mediante prácticas tradicionales y equipos convencionales. En países desarrollados implementan una agricultura de precisión. Su aplicación permite optimizar el uso de los recursos (semilla), disminuir el impacto ambiental (escurrimientos hídricos y eólicos) para así incrementar la rentabilidad del cultivo y obtener una agricultura sustentable (Torres Sandoval *et al*., 2018). Aunado a esto, la precisión ha evolucionado, no solo con equipos de precisión que depositen la semilla de manera equidistante, sino con el uso de infraestructura ya que la agricultura como actividad primordial en el desarrollo y subsistencia de la especie humana ha sido objeto de

estudio constante, además es receptora, casi inmediata de nuevas tecnologías generadas a partir de las diversas áreas del conocimiento (Gómez, 2016).
A nivel internacional se han desarrollado diversos trabajos de investigación donde describen como la tecnología se ha adaptado, por ejemplo: El uso de sensores piezoeléctricos (láminas) implementados para contar semilla y verificar la obstrucción de la misma en una sembradora (Gierz & Paszkiewicz, 2020). Por otro lado, los sistemas de visión opotoelectrónicos usados para medir el espaciamiento entre semilla en sembradoras de precisión (Cay *et al*., 2017). A pesar de ello, aún con los avances de investigación. En México no se cuentan con equipos de siembra o implementos, que contengan algún tipo de electrónica. Es por ello, que el objetivo de este trabajo fue desarrollar un prototipo de electrónica que midiera el nivel de semilla a través de una tarjeta electrónica conectando a sensores infrarrojos, una alarma sonora y un LED (Diodo Emisor de Luz) usados como indicador de desbasto de semilla, esto acoplado en la tolva de una sembradora de precisión INIFAP en Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

La alarma de nivel de semilla, es un dispositivo encargado de enviar una señal de alerta sonora cuando la tolva de la sembradora queda con el nivel mínimo de semillas y es activado por medio de un sensor de presencia mediante infrarrojos. De tal manera que, para la creación de la PCB (Placa de Circuito Impreso) se trabajó con en el diseño y construcción de una tarjeta lógica en donde se implementaron componentes electrónicos y se consideró lo siguiente:

- 1 Buzzer (zumbador).
- 1 LED ultra blanco.
- 1 tarjeta electrónica.
- 1 Fototransistor.
- 1 LED infrarrojo.
- Resistencias diferentes valores.

El proceso que se llevó acabo para generar de la tecnología se dividió en dos fases: a). Diseño asistido por computadora (CAD) y b). Manufactura de la PCB más ensamble.

a). El CAD se compone de dos estaciones de trabajo, en la primera se diseñó un esquemático de la electrónica y la segunda es la interconexión de manera virtual para crear pistas para impresión en la PCB, realizadas con el software libre KiCad en linux (Figura 1).

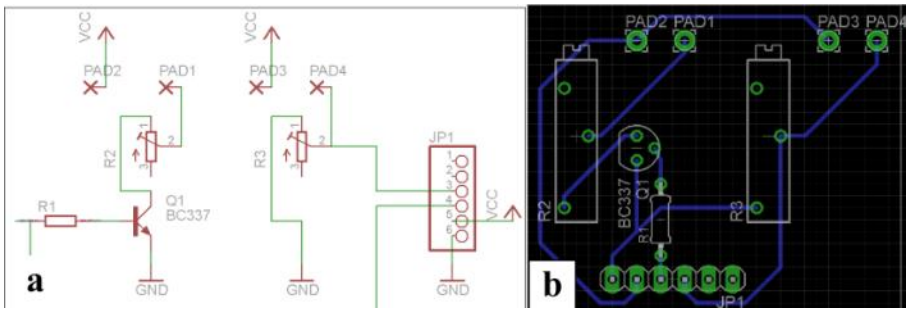


Figura 1. a). Esquemático y b). Pistas para impresión.

b). Para el proceso de construcción fue necesario la implementación de una máquina de control numérico (CNC) la cual generó un PCB. Después, se ensambló y soldó los componentes a la misma (Figura 2).

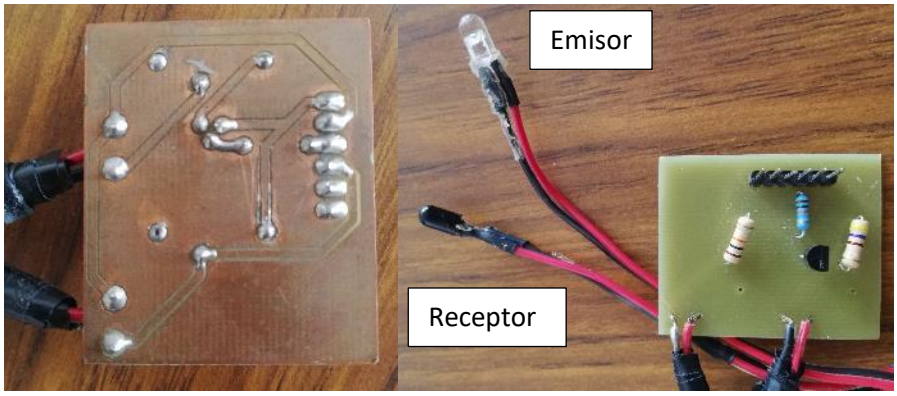


Figura 2. PCB y ensamble de componentes para detectar.

Posteriormente, para el funcionamiento de detección de nivel bajo de semilla, constó en la conexión del buzzer aunado un LED indicador. Donde el principio de funcionalidad se define cuando, el sensor receptor (fototransistor) recibe luz infrarroja por parte del LED emisor, cuando hay emisión de luz se activa el LED indicador y la alarma sonora emitida por el buzzer. La alimentación para el funcionamiento correcto de la electrónica fue a través de una pila de 9 v (Figura 3).

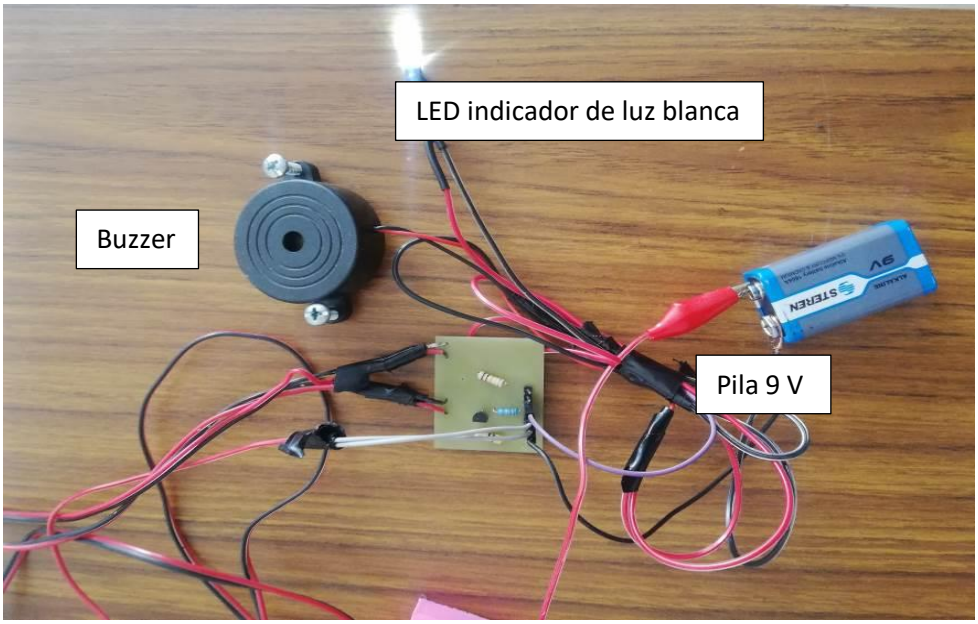


Figura 3. Interconexión del buzzer, led indicador y pila de alimentación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como parte de los resultados, una vez instalados los sensores en el interior de la tolva de la sembradora, la función principal de los dispositivos fue, el de actuar como un sensor de detección de presencia, es decir que mientras hubiera recepción por parte del LED emisor infrarrojo hacia el Fototransistor (receptor) la señal que procesaba la

tarjeta, se traducía en alertar de que no había semillas de obstrucción entre los sensores, tomando como respuesta que la tolva se encuentra en el nivel mínimo de almacenamiento (Figura 4).

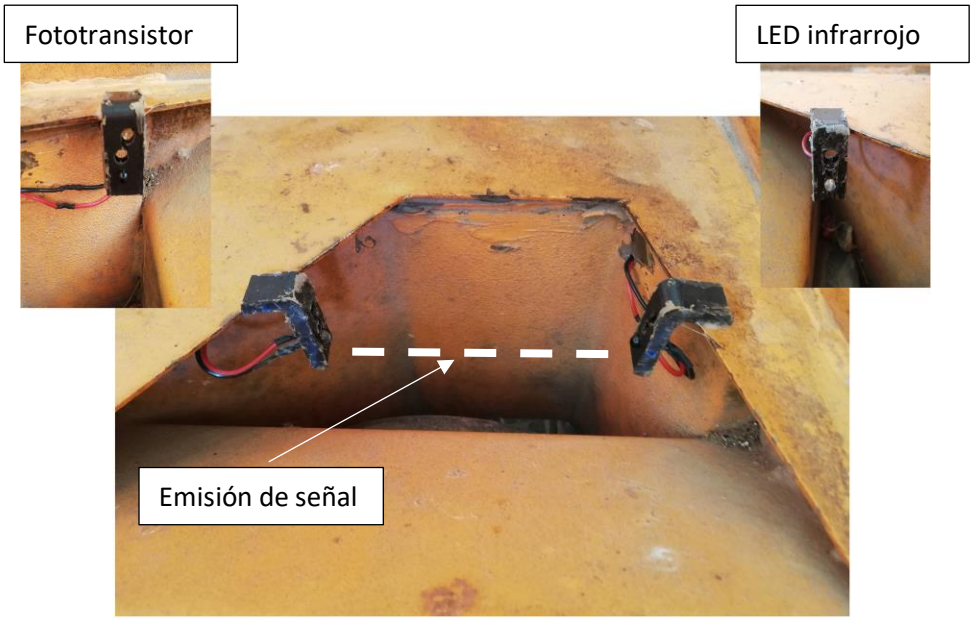


Figura 4. Adaptación del emisor y receptor en el interior de la tolva de semilla.

En otra fase de respuesta del sensor por detección, se tomó las señales de salida, expresadas en la alarma sonora (Buzzer) y el LED indicador (Luz blanca), comprobando que la función de los sistemas entre la detección del sensor y la respuesta de salida funcionaron en sincronía (Figura 5).

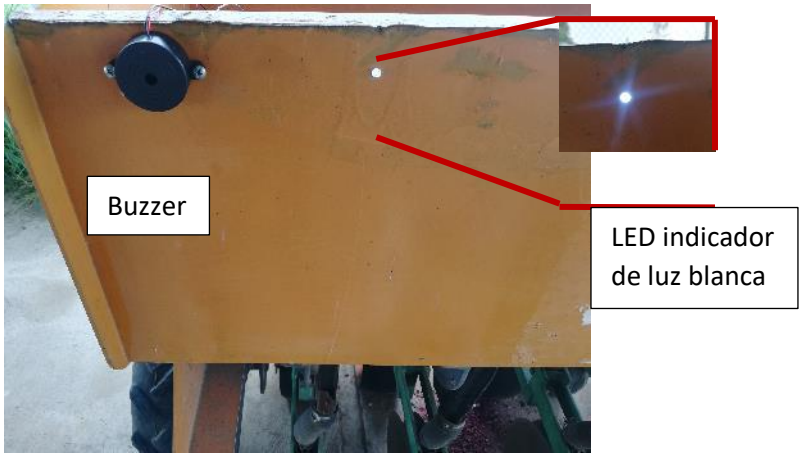


Figura 5. Adaptación el Buzzer y el LED indicador representadas como señales de salida (visual y sonora).

Finalmente, en la Figura 6 se muestra las conexiones entrantes (pila 9 V), junto con a la señal emitida por el sensor de presencia e interconexión de las señales de salida (Buzzer y LED indicador) todas conectadas a una PCB acoplado en la parte trasera de la tolva de semilla.

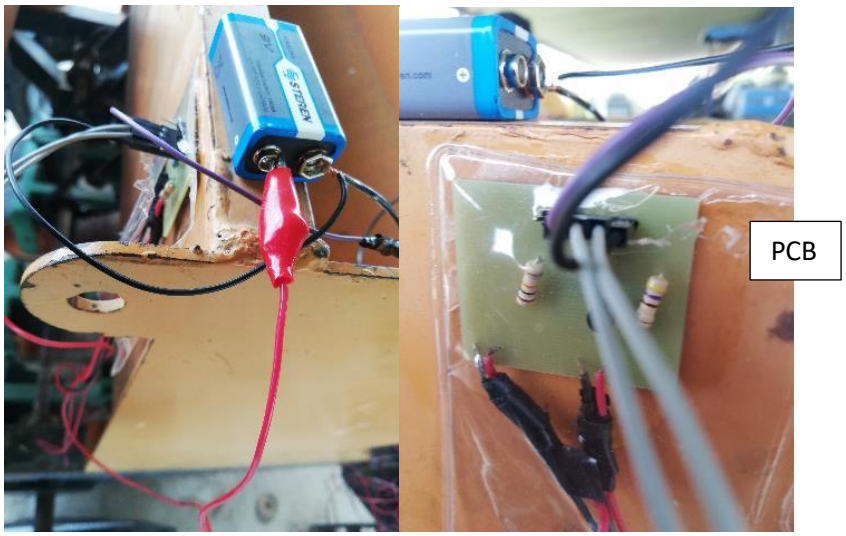


Figura 6. PCB con las Interconexión de las señales de entrada y salida.

CONCLUSIONES

Los sensores ayudan mejorar los métodos tradicionales utilizados para derivar recomendaciones. El uso de nuevas tecnologías en equipos agrícolas puede ayudar a que la precisión en el tiempo de revisión de un equipo durante la siembra. Este prototipo de electrónica propone una instrumentación de bajo costo y adaptable a cualquier otro equipo de siembra. El tiempo de respuesta que tienen los sensores durante el proceso de detección de presencia resulto efectivo, ya que responde cuando sucede o no un bloqueo entre ellos.

REFERENCIAS

Cay, A., Kocabiyik, H., Karaaslan, B., May, S., & Khurelbaatar, M. (2017). Development of an opto-electronic measurement system for planter laboratory tests. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, *102*, 90–95. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2017.01.060

Gierz, Ł., & Paszkiewicz, B. K. (2020). PVDF Piezoelectric Sensors for Seeds Counting and Coulter Clogging Detection in Sowing Process Monitoring. *Journal of Engineering*, *2020*, 1–7. https://doi.org/10.1155/2020/2676725

Gomez, A. (2016). Agricultura De Precisión Y Sensores Multiespectrales Aerotransportados. *Researchgate*, *October 2016*. https://www.researchgate.net/publication/317225959_Agricultura_de_Precision_y_Sensores_Multiespectrales_Aerotransportados

Torres Sandoval, J., Romantchik Kriuchkova, E., López Cruz, I. L., & López Canteñs, G. D. J. (2018). Sistema mecatrónico para el control de los dosificadores de fertilizante y pesticida granulados de una sembradora-fertilizadora. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *21*, 4355–4369. https://doi.org/10.29312/remexca.v0i21.1536

PAQUETE TECNOLÓGICO DEL PRODUCTOR DE MAÍZ DE TEMPORAL EN AGUASCALIENTES

TEMPORARY CORN PRODUCER TECHNOLOGY PACKAGE IN AGUASCALIENTES

Arellano-Arciniega, Sergio[1], Mercedes Borja Bravo[1], Ernesto Martínez Reyes[1] y Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico[2].

[1]Campo Experimental Pabellón, INIFAP. Km. 32.5 carr. Ags- Zac., Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. [2]Campo Experimental las Huastecas- INIFAP. Carr. Tampico-Mante Km. 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas. *Autor responsable: arellano.sergio@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue realizar una caracterización del paquete tecnológico del productor de maíz de temporal en Aguascalientes. Se recopiló información a través de una encuesta, aplicada a productores de maíz en los municipios de El Llano y Asientos, Aguascalientes. La información fue analizada mediante estadística descriptiva. En esta región se establecen dos sistemas de producción, maíz para grano y forraje respectivamente. Los productores realizan la preparación de terreno; en su mayoría, los productores utilizan semilla criolla (72%) y no realizan prácticas de conservación. Los productores hacen fertilización, control de plagas y malezas de forma química, solo un 13% utilizan estiércol como abono orgánico. El maíz grano implica un mayor uso de mano de obra, mientras que el maíz para forraje tuvo un mayor gasto en labores mecanizadas. El maíz grano en temporal no es rentable y producirlo representa para los productores una pérdida de 37% sobre lo invertido. La producción de maíz forrajero fue rentable y representa una ganancia del 26% para los productores. La caracterización de los sistemas de producción de maíz permitirá orientar la investigación y transferencia tecnológica hacia técnicas que contribuyan a mejorar productividad y rentabilidad del cultivo.

ABSTRACT

The aim of the work was to characterize the technological package of the rainfed corn producer in Aguascalientes. Information was collected through a survey, applied to corn producers in the municipalities of El Llano and Asientos, Aguascalientes. The information was analyzed using descriptive statistics. Two production systems are established in this region, corn for grain and forage respectively. The producers carry out the land preparation; Most of the producers use creole seed (72%) and do not carry out conservation practices. Producers do fertilization, pest and weed control in a chemical way, only 13% use manure as organic fertilizer. Grain corn implies a greater use of labor, while corn for forage had a greater expenditure on mechanized work. Seasonal grain corn is not profitable and producing it represents a loss of 37% for producers on their investment. Forage corn production was

profitable and represents a 26% gain for producers. The characterization of maize production systems will guide research and technology transfer towards techniques that contribute to improving productivity and profitability of the crop.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agrícolas de temporal en Aguascalientes enfrentan problemas de sequía al presentarse una precipitación deficitaria y errática, registrándose con frecuencia periodos intermitentes de lluvia en diferentes etapas del desarrollo de los cultivos (Acosta-Díaz *et al*., 2011). El cultivo de maíz en Aguascalientes es de los más importantes para los productores, ya que obtienen forraje y esquilmos para el ganado de traspatio, principalmente bovinos para la producción de leche (Osuna *et al*., 2017). En esta zona del estado, se siembra una superficie de 100, 000 ha con maíz, frijol y cereales de temporal, de las cuales el 63 % corresponde a maíz, con un rendimiento promedio estatal de 0.48 t ha^{-1} de maíz grano y 7.9 t ha^{-1} de forraje verde, valores que se encuentran muy por debajo de la media nacional, 2.55 t ha^{-1} de grano y 22.49 t ha^{-1} (SIAP, 2019).

La baja productividad de los sistemas de producción es provocada no solo por la sequía, también por la deficiencia edáfica en los suelos, los altos costos del sistema de producción especialmente con relación a las labores de preparación de suelos (Borja *et al*., 2016) y los problemas de plagas y malezas que enfrentan los agricultores (Osuna *et al*., 2019; Garibaldi *et al*., 2016). Una forma de solucionar esta problemática es a partir de la generación y transferencia de tecnología que les ayude a los productores a mejorar la productividad del cultivo; sin embargo, para poder establecer una estrategia adecuada es importante realizar un diagnóstico de cuáles son las prácticas y actividades que se realizan en los sistemas de producción. Es así como, el objetivo del trabajo fue realizar una caracterización del paquete tecnológico del productor de maíz de temporal en Aguascalientes, con la finalidad de tener elementos para orientar la investigación y transferencia de tecnología.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la zona de temporal de los municipios de Asientos y El Llano, Aguascalientes. El área presenta altitudes en un rango de 1 700 a 2 400 metros sobre el nivel del mar (msnm); el clima es semi-seco con precipitación pluvial promedio histórica anual de 400 a 500 mm y la temperatura promedio anual es de 16 a 17 °C (Osuna *et al*., 2015). En el municipio de Asientos predominan los suelos xerosoles y en El Llano los de tipo planosol (INEGI, 2012).

Esta investigación se considera del tipo “no experimental-transeccional descriptiva”, para la cual se recolectaron datos en un solo momento y tiempo único para describir variables y analizar su incidencia e interrelación en el momento dado (Hernández *et al.,* 2000). Para

cumplir con el objetivo, se recopiló información mediante una encuesta aplicada a productores de maíz de temporal. El tamaño de muestra se obtuvo utilizando la fórmula de muestreo aleatorio simple sin reemplazo, considerando la varianza máxima. Matemáticamente, la fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 Npq}{(N-1)e^2 + Z^2 pq}$$

Donde n es el tamaño de muestra; N la población (80); Z es el valor de la distribución normal estándar para un nivel de confianza de 90%; p es el valor de la proporción priori de varianza máxima de una variable de proporción (0.5); y *e* es el error máximo permisible de la estimación, en este caso 0.1. El tamaño de muestra estimado fue de 37 productores. El levantamiento de encuestas se realizó durante los meses de septiembre a noviembre de 2019. Para el análisis de la información, se ordenaron las bases de datos en el programa Excel 2016 y se realizó el análisis utilizando estadística descriptiva. Se identificaron las principales actividades y prácticas que realizan los productores, así como los coeficientes técnicos y costos. Finalmente, se estimó el indicador de Relación Beneficio Costo para determinar la rentabilidad de los sistemas de producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Semilla

La mayoría de los productores de maíz (72 %) utilizan para la siembra semilla criolla propia, la cual seleccionan de la cosecha del ciclo anterior o la compran con otros productores. El 28 % de los productores utiliza semilla certificada y la adquieren en casas comercializadoras de híbridos ubicadas en el estado. Utilizan entre 20 a 50 kg de semilla por ha, en promedio 26.5 kg. Se les preguntó a los productores sobre cuáles eran los criterios en los cuales se basan para seleccionar la semilla que utilizan en la siembra del cultivo, a lo que el 39.4 % de los productores mencionaron que, consideran el tamaño del grano como uno de los más importantes, 12.1% se basan en el llenado que tenga la mazorca; 9% de los entrevistados mencionó que no tienen criterio para la selección de la semilla y el resto la adquiere en el mercado.

Labores culturales

Como se observa en el Cuadro 1, el barbecho y Subsoleo son dos actividades que se realizan frecuentemente como parte de la preparación del terreno; estas prácticas se complementan con el rastreo del terreno. La siembra de maíz la realizan en surco a una hilera, durante los meses de abril a julio, y esta depende de la presencia de lluvias. Solo el 30% de los productores realiza tratamiento de semilla antes de la siembra. El 18.9 % de los productores

utilizan como método la labranza reducida; por lo general, los productores no realizan asociación de cultivos y análisis para fertilización.

Cuadro 1. Labores culturales que realizan los productores en el cultivo de maíz.

Actividades	Frecuencia		Porcentaje (%)	
	Si	No	Si	No
Barbecho	25	12	67.6	32.4
Rastra	37	0	100.0	0.0
Subsuelo	20	17	54.1	45.9
Siembra en surco a una hilera	35	2	94.6	5.4
Tratamiento de semilla	11	26	29.7	70.3
Fertilización	27	10	73.0	27.0
Control de plagas	23	14	62.2	37.8
Control de maleza	34	3	91.9	8.1
Labranza reducida	7	30	18.9	81.1
Asociación de cultivos	1	36	2.7	97.3
Análisis de fertilización	7	30	18.9	81.1

El 73% de los productores fertilizan el cultivo, de los cuales el 53% del total realizan fertilización química y utilizan urea, sulfato, fosfonitrato y nitrato de amonio (Cuadro 2). De los productores que fertilizan, el 13.2 % de los entrevistados utilizan estiércol como abono orgánico para sus parcelas.

Cuadro 2. Productos químicos utilizados por los productores de maíz

Fertilizante	Insecticida	Herbicida
Sulfato de amonio	Sevin	Esteron 47
Fosfonitrato de amonio	Cipermetrina 200	Gesaprim 90
Urea	Foley	Hierbamina
Nitrato de amonio		Lucamina 4
Estiércol bovino		Basagran

Las plagas que afectan al maíz son el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y gusano barrenador (*Diatraea lineolata*). El 64% de los productores realizan control de plagas con productos químicos entre los que utilizan están sevin y foley (Cuadro 2). Los productores realizan con más frecuencia el control químico, utilizan productos comerciales como “Esteron 47”, “Gesaprim 90” y “Lucamina 4” para malezas de hoja ancha y el control malezas pequeñas lo llevan a cabo de forma manual.

Cosecha

El maíz para forraje se cosecha en seco para posteriormente moler el rastrojo y grano, donde el 60% lo realizan de forma mecanizada y el resto de forma manual. Con respecto a la cosecha de maíz grano, entre las actividades más frecuentes que se hacen en la cosecha está el moneo y la pizca de mazorca; para posteriormente desgranar.

Costos de producción

En el cultivo de maíz se identificaron dos tipos de sistemas de producción que dependen del destino del cultivo, maíz grano y para forraje. Los costos de producción de ambos sistemas fueron similares (Cuadro 3); sin embargo, se observaron diferencias en la estructura de costos. En el maíz grano el 42.6% de los costos fueron para labores mecanizadas, 12.1% para insumos agrícolas y 45.3% para labores manuales o pago de jornales. En el maíz para forraje el 53.8% de los costos fue para el pago de labores mecanizadas, 17.1% para insumos agrícolas y 29.2 % para el pago de mano de obra.

Cuadro 3. Costos de producción de maíz para diferentes tecnologías del productor.

		Maíz temporal	
		Grano	Forraje
Actividades	Unidad	Costo ($ ha^{-1})	
Labores mecanizadas			
Barbecho	servicio	953	953
Rastreo	servicio	633	633
Subsoleo	servicio	950	950
Surcado	servicio	0	0
Siembra	servicio	633	633
Escarda	servicio	633	633
Molienda	servicio	0	786
Insumos agrícolas			
Semilla	kg	330	329
Fertilización	dosis	283	661
Control de plagas	dosis	316	316
Control de malezas	dosis	153	153
Labores manuales			
Aplicación de fertilizantes	jornales	821	272
Aplicación de insecticidas	jornales	171	182
Aplicación de herbicidas	jornales	308	381
Cosecha	jornales	616	1,090
Moneo	jornales	479	363
Pizca	jornales	650	0
Acarreo	jornales	308	200
Desgrane	jornales	684	0

Costo total	***8,921***	***8,535***
Ingreso total	***5,720***	***10,800***
Relación B/C	***0.64***	***1.26***

El rendimiento promedio de los productores de maíz grano fue de 1.2 t ha^{-1} y 12 t ha^{-1} para maíz forrajero; mientras que el promedio del precio de venta pagado al productor en 2019 fue de $4,767 t para grano y $900 t para forraje. Finalmente, la Relación B/C fue menos a la unidad en el maíz grano, lo que se interpreta que los productores no recuperan lo invertido en la producción; mientras que, la relación beneficio neto del maíz forrajero indica que los productores obtienen una rentabilidad de 26%.

CONCLUSIONES

El maíz de temporal en la región productora de Aguascalientes se destina a la producción de forraje y grano. Los productores realizan actividades y técnicas convencionales, la siembra la realizan con semilla criolla que ellos mismos producen y no practican técnicas de conservación en sus parcelas. Aun cuando en la zona productora existe una importante presencia de ganado bovino, el estiércol no se utiliza como insumo para la preparación de abonos orgánicos. Para la fertilización, control de plagas y malezas se utilizan productos químicos.

La producción de maíz grano no es rentable para los productores, ya que el bajo rendimiento no permite la recuperación de la inversión. El maíz para forraje es rentable, pero esta puede incrementar si se utiliza tecnología adecuada para la región productora.

REFERENCIAS

Acosta-Díaz, E.; Hernández-Torres, I.; Rodríguez-Guerra, R.; Acosta-Gallegos, J. A.; Pedroza-Flores, J.; Amador-Ramirez, M. D. y Padilla-Ramirez, J. S. 2011. Efectos de la sequía en la producción de biomasa y grano de frijol. Revista Mexicana de ciencias agrícolas. 2(2): 249-263.

Borja B. M.; Rodríguez L., G.; Osuna C. E. S. y López A. L. (2016) Importancia económica y competitividad de las cadenas agropecuarias en Aguascalientes, México. Investigación y ciencia. 24(69): 5-12.

Garibaldi M. F.; García H. R. V.; Osuna C. .E. S. 2016. Subsolador Integral Biomimético. Folleto Técnico No. 68. Campo Experimental Pabellón. INIFAP. 27 p.

Hernández S. R.; Fernández C. C. y Baptista L. P. 2000. Metodología de la investigación. Segunda edición. Mc Graw Hill. México, D. F. 501 p

INEGI (Instituto Nacional de Geografía y Estadística). 2012. Principales cultivos anuales y perenes en Aguascalientes: Censo Agropecuario 2007. 53 p.

Osuna-Ceja, E. S.; Garibaldi, M. F. y García H., V. 2019. Desempeño de un subsolador integral biomimético para laboreo sustentable de suelos agrícolas. Acta Universitaria. 29(2019):1-14.

Osuna-Ceja, E. S. y Martínez, G. M. A. 2017. Rendimiento y calidad de forraje de maíz y sorgo de temporal a cuatro y seis hileras en Aguascalientes, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 8(6): 1259-1272.

Osuna C. E. S.; reyes M., L.; Borja B., M.; Rojas S., C.; Arellano A., S.; García V., R. V.; Corrales S., A. y Martínez G., M. A. 2015. Cultivos alternativos con potencial forrajero en altas densidades bajo temporal en Aguascalientes. Folleto técnico No. 67. Campo Experimental Pabellón. INIFAP. 32 p.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Producción agrícola: Cierre de la producción agrícola (1980-2018).

METODOLOGÍA PARA ESTIMAR EL REQUERIMIENTO HÍDRICO DE VEGETACIÓN NATURAL EN EL NOROESTE DE MÉXICO MEDIANTE TELEDETECCIÓN. CASO MEZQUITE.

METHODOLOGY TO ESTIMATE THE WATER REQUIREMENT OF NATURAL VEGETATION IN NORTHWEST MEXICO THROUGH REMOTE SENSING. MESQUITE CASE.

Delgado-Ramírez, Gerardo[1*]; Hernández-Martínez, Luis Angel[2]; Estrada-Ávalos, Juan[1]; Miguel-Valle, Enrique[3]; y Ramos-Cruz, Carlos Miguel[4].

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA; INIFAP). Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo., México.
[2]Campo Experimental Todos Santos, Centro de investigación Regional Noroeste. INIFAP, México.
[3]Técnico auxiliar de investigador del CENID RASPA, INIFAP.
[4]Campo Experimental General Terán-INIFAP, Km 31. Carretera Montemorelos-China. C.P. 67400. General Terán, Nuevo León. México.
***Autor para correspondencia: delgado.gerardo@inifap.gob.mx**

RESUMEN

El mezquite se desarrolla en las regiones áridas y semiáridas de México, tiene múltiples usos, ya que su madera es usada como combustible, para construcción de cercas, sus vainas como forraje y como alimento para el hombre; produce resina que tiene uso en la fabricación de pegamentos, barnices, mientras sus flores son importantes en la producción de miel. Los mezquitales también sirven como fuente de alimento y refugio de la fauna, previenen la erosión del suelo y contribuyen en la fijación de carbono y nitrógeno atmosférico. En la actualidad, el mezquite es un recurso de gran importancia para los pobladores de las regiones áridas, quienes llevan a cabo su aprovechamiento como una actividad complementaria a la agricultura, la ganadería y la explotación de otras especies silvícolas. Sin embargo, en muchas áreas del país su densidad poblacional ha disminuido severamente, por lo que resulta necesario fomentar su aprovechamiento sustentable, que conlleve a generar beneficios económicos para los poseedores de este recurso, sin el deterioro y desaparición de las poblaciones nativas de mezquite. De ahí la importancia de conocer los requerimientos hídricos del mezquite de forma espacial y temporal durante todo su ciclo vegetativo con la finalidad de identificar áreas potenciales productivas en el noroeste de México. En el presente trabajo se plantea una metodología para estimar el requerimiento hídrico del mezquite durante todo su ciclo vegetativo con el uso de imágenes de satélite Sentinel y las fórmulas que propone el manual de la FAO-56 para determinar el coeficiente de cultivo en vegetaciones nativas mediante la utilización de los índices NDVI, SAVI y LAI.

ABSTRACT

Mesquite is developed in the arid and semi-arid regions of Mexico, it has multiple uses, since its wood is used as fuel, for fence construction, its pods as fodder and as food for man; it produces resin that has use in the manufacture of glues, varnishes, while its flowers are important in the production of honey. The mosques also serve as a source of food and wildlife refuge, prevent soil erosion and contribute to the fixation of atmospheric carbon and nitrogen. At present, mesquite is a resource of great importance for the inhabitants of the arid regions, who carry out its use as an activity complementary to agriculture, livestock and the exploitation of other silvicultural species. However, in many areas of the country its population density has declined severely, so it is necessary to promote its sustainable use, which leads to generate

economic benefits for the owners of this resource, without the deterioration and disappearance of native mesquite populations. Hence the importance of knowing the water requirements of mesquite spatially and temporally throughout its vegetative cycle in order to identify potential productive areas in northwestern Mexico. In the present work, a methodology is proposed to estimate the water requirement of mesquite throughout its vegetative cycle with the use of Sentinel satellite images and the formulas proposed by the FAO-56 manual to determine the crop coefficient in native vegetations through the use of the NDVI, SAVI and LAI indexes.

INTRODUCCIÓN

El mezquite se desarrolla en las regiones áridas y semiáridas de México, tiene múltiples usos, ya que su madera es usada como combustible, para construcción de cercas, sus vainas como forraje y como alimento para el hombre; produce resina que tiene uso en la fabricación de pegamentos, barnices, mientras sus flores son importantes en la producción de miel (Rodríguez *et al*., 2014). Los mezquitales también sirven como fuente de alimento y refugio de la fauna, previenen la erosión del suelo y contribuyen en la fijación de carbono y nitrógeno atmosférico.

La distribución del mezquite comprende casi todo el territorio mexicano, con excepción de las zonas montañosas y las partes bajas del sureste del país; es particularmente abundante en las zonas áridas y semiáridas, aunque su amplio rango ecológico le permite ser localizado en zonas con temperaturas medias que van de 20 a 29° C, con precipitaciones que oscilan entre 350 y 1 200 mm anuales. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 2 200 m de altitud; crece preferentemente en llanuras y bajíos, sobre suelos profundos aptos para la agricultura, lo cual ha originado su desplazamiento de muchos sitios (García *et al*., 2014).

En la actualidad, el mezquite es un recurso de gran importancia para los pobladores de las regiones áridas, quienes llevan a cabo su aprovechamiento como una actividad complementaria a la agricultura, la ganadería y la explotación de otras especies silvícolas. Sin embargo, en muchas áreas del país su densidad poblacional ha disminuido severamente, por lo que resulta necesario fomentar su aprovechamiento sustentable, que conlleve a generar beneficios económicos para los poseedores de este recurso, sin el deterioro y desaparición de las poblaciones nativas de mezquite (Morales y Arrequín, 2010).

Ante lo mencionado anteriormente, es de suma importancia conocer los requerimientos hídricos del mezquite de forma espacial y temporal durante todo su ciclo vegetativo con la finalidad de identificar áreas potenciales productivas en el noroeste de México. En este trabajo se plantea una metodología para estimar el requerimiento hídrico del mezquite durante todo su ciclo vegetativo con el uso de imágenes de satélite Sentinel y las fórmulas que propone el manual de la FAO-56 para determinar el coeficiente de cultivo en vegetaciones nativas mediante la utilización de los índices NDVI, SAVI y LAI.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se efectuó en una zona de mezquital denominada Venustiano Carranza ubicada en el municipio de Mexicali, Baja California (Figura 1). El área de estudio se localiza a 32º 12´ 4.5” latitud norte y 115º 10´ 50.9” a una altitud sobre el nivel del mar de 10 m, la cual comprende una superficie de 8.38 hectáreas. La estimación del requerimiento hídrico se realizó durante el período del 17 de marzo al 2 de noviembre de 2019.

Figura 1. Localización del área de estudio (Mezquital Venustiano Carranza) ubicado en el municipio de Mexicali, Baja California.

Descarga de las imágenes de los satélites Sentinel 2A y 2B.
En este estudio, se utilizaron imágenes multiespectrales de los satélites Sentinel 2A y 2B. Se empleó una serie de 30 imágenes para cubrir totalmente el ciclo vegetativo del mezquite, dentro de período del 17 de marzo al 02 de noviembre de 2019. Las imágenes se descargaron en el sitio web Copernicus Open Access Hub.

Obtención de los índices de vegetación NDVI y SAVI.
El Índice de Diferencia Normalizada (NDVI), es un parámetro que se obtiene de forma robusta, simple y directa desde las imágenes multiespectrales mediante una combinación algebraica de las reflectividades en el rojo e infrarrojo cercano. El NDVI mide el tamaño fotosintético relativo de la cubierta, y recoge cómo la cubierta vegetal absorbe la radiación solar fotosintéticamente activa, sus valores oscilan entre aproximadamente 0.14 para suelo desnudo y 0.91 para cubiertas verdes muy densas (Calera *et al*., 2016). Para su determinación, se utilizó la siguiente expresión propuesta por (Rouse *et al*., 1974):

$$NDVI = \frac{\rho NIR - \rho RED}{\rho NIR + \rho RED} \quad (1)$$

El índice de vegetación ajustado al suelo (SAVI), es una alternativa al convencional índice NDVI destinado a corregir la influencia ejercida por el suelo durante los estudios de vegetación a través de las bandas del espectro electromagnético. El índice SAVI puede ser utilizado frente al NDVI bajo ciertas condiciones de presencia de vegetación o estado fenológico y vegetativo. Este índice puede ser una buena alternativa entre cualquier suelo donde exista una baja densidad vegetal y la exposición de la superficie del suelo sea relevante. Para determinar el SAVI, se utilizó la siguiente expresión propuesta por (Huete, 1998):

$$SAVI = \frac{(1 + 0.5)(\rho NIR - \rho RED)}{(0.5 + \rho NIR + \rho RED)} \quad (2)$$

Determinación del Índice de Área Foliar (LAI).
El LAI es una variable adimensional (m^2m^{-2}) definida como el área total de una cara del tejido fotosintético por unidad de área de superficie (Watson, 1947). Para determinar LAI, se empleó una técnica indirecta utilizando la siguiente expresión propuesta por (Velasco y Bernabé, 2004):

$$LAI = -\frac{ln(\frac{0.69-SAVI}{0.59})}{0.91} \quad (3)$$

Determinación del coeficiente de cultivo (Kc) para vegetación natural (mezquite).
Para determinar el Kc del mezquite se empleó la metodología descrita en la manual de la FAO-56. El Kc inicial se determinó en función de la gráfica proporcionada en el mismo manual. Para el Kc de la etapa de mediados y de la etapa final, se empleó la siguiente expresión:

$$Kc_{med}\ o\ Kc_{fin} = Kc_{ini} + (Kc_{full} - Kc_{ini})(1 - exp[-0.7 * LAI]) \quad (4)$$

Donde Kc_{med} es el valor estimado de Kc en la etapa de mediados de temporada cuando la densidad entre plantas o área foliar son menores que las correspondientes a condiciones de cobertura completa; Kc_{fin} es el Kc en la etapa final; Kc_{ini} es el Kc de la etapa inicial; Kc_{full} es el valor estimado de Kc durante la etapa de mediados de temporada (en el máximo del tamaño o la altura de la planta) para vegetación que cubre completamente el suelo o con LAI mayor de 3 (ecuación 5); LAI valor estimado de índice de área foliar mediante teledetección.
Para estimar Kc_{full} se utilizó la siguiente ecuación:

$$Kc_{full} = 1.2 + [0.04(u_2 - 2) - 0.004(HR_{min} - 45)]\left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \quad (5)$$

Donde u_2 es la velocidad promedio del viento medida a 2 m de altura durante las etapas de mediados y final (m seg^{-1}); HR_{min} es el valor promedio de la humedad relativa mínima diaria durante las etapas de mediados y final (%); h es la altura máxima media de la planta o árbol (m).

Al obtener los valores de Kc en las etapas de mediados y final, se relacionaran estos valores con los valores de NDVI obtenidos de las imágenes de satélite Sentinel 2A y 2B para obtener un modelo lineal que determine el Kc diario del mezquite en función al NDVI.

Estimación de la evapotranspiración de referencia (ET_o).
El cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o) se realizó mediante el procedimiento Blaney y Criddle. Los datos climáticos se obtuvieron de la estación "Colonia Mariana", la cual se localiza cerca del área de estudio y se encuentra en la red de estaciones climáticas automatizadas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Este método hace intervenir la temperatura media mensual y el porcentaje de horas luz por mes con respecto al total anual (Doorenbos y Pruitt, 1977). Para su estimación se empleó la siguiente expresión:

$$ET_o = \left[\frac{T + 17.8}{21.8}\right] * p * Dm \quad (6)$$

Donde ET_o es la evapotranspiración de referencia (cm); T es la temperatura promedio mensual (°C); p es el porcentaje de horas luz en el día en relación con el total anual (%); Dm es la división del número de días considerados en un mes para el ciclo vegetativo del cultivo.

Estimación del requerimiento hídrico del mezquite.

La estimación del requerimiento hídrico del mezquite se realizó mediante el enfoque dos pasos, también conocido como "Coeficiente de cultivo – Evapotranspiración de referencia ($K_c - ET_o$). La metodología $K_c - ET_o$ asistida por teledetección deriva el valor del coeficiente de cultivo desde las imágenes adquiridas por el satélite Sentinel 2A y 2B. Con los valores diarios del coeficiente de cultivo (K_c), estimados mediante el ajuste del $NDVI$ (función cúbica), se determinó la ET_c diaria mediante la siguiente ecuación propuesta por (Castañeda *et al*., 2015):

$$ET_c = \sum_{d=1}^{n} ET_o * K_c \qquad (7)$$

Donde ET_c es la evapotranspiración diaria del mezquite (mmdia^{-1}); ET_o es la evapotranspiración de referencia obtenida por el formula de Blaney – Criddle; K_c es el coeficiente de cultivo diario estimado con el enfoque de vegetación natural mediante el uso de sensoria remota a través de los índices de vegetación, NDVI, SAVI y LAI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta la distribución del NDVI, la cual se ajustó a una función cúbica ($\text{NDVI} = 3E-08x^3 - 0.00002x^2 + 0.0033x + 0.2433$) con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.78. Posteriormente, se determinó el Kc de las etapas de mediados y final con los valores diarios de NDVI y el modelo lineal determinado anteriormente.

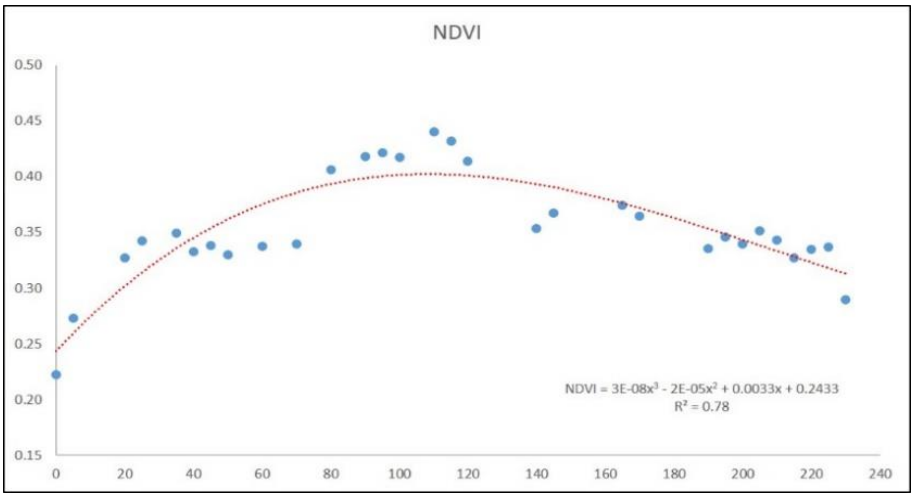


Figura 1. Distribución temporal del NDVI durante el ciclo vegetativo del mezquite en el área de estudio durante el período del 17 de marzo al 02 de noviembre de 2019.

En la Figura 2 se presenta el requerimiento hídrico del mezquite durante el período del 17 de marzo al 02 de noviembre de 2019. Se observa que en agosto 2019, el mezquite registró el mayor requerimiento hídrico (79.2 mm). Durante todo su ciclo vegetativo, el mezquite registró una necesidad hídrica de 298.0 mm.

Figura 2. Requerimiento hídrico del mezquite en el área de estudio durante el período del 17 de marzo al 02 de noviembre de 2019.

CONCLUSIONES

Al implementar la metodología propuesta en este estudio, fue posible estimar el requerimiento hídrico del mezquite durante todo su ciclo vegetativo en una zona de mezquital localizada en el noroeste de México, el cual registró una necesidad hídrica de 298.0 m. Esta estimación fue posible por la determinación de los índices NDVI, SAVI y LAI mediante la captura y procesamiento de las imágenes del satélite Sentinel y por las ecuaciones establecidas en el manual de la FAO-56 para la determinación del coeficiente de cultivo en etapas de mediados y final en vegetación natural, caso mezquite. Se recomienda validar, ajustar y calibrar los modelos generados en este estudio con mediciones de campo para precisar el valor de requerimiento hídrico de forma espacial y temporal, el cual será de mucha utilidad para determinar el potencial productivo del mezquite en función de la evapotranspiración y la precipitación efectiva en el área de interés.

REFERENCIAS

Calera, A., I. Campos., y J. Garrido R. 2016. Determinación de las necesidades de agua y riego mediante estaciones meteorológicas y series temporales de imágenes multiespectrales. Jornada técnica de innovación en gestión del regadío mediante redes agroclimáticas, teledetección y sistemas de información. Centro Nacional de Tecnología de Regadíos. Madrid, España.

Castañeda, I. C. R., M. Martínez M., F. Pascual R., H. Flores M., D. S. Fernández R., y S. Esparza G. 2015. Estimación de coeficientes de cultivo mediante sensores remotos en el Distrito de Riego Río Yaqui, Sonora, México. Revista Agrociencia. Volumen 49, Número 2. 16 de febrero – 31 de marzo, 2015.

Doorenbos, J., & Pruitt, W. 1977. Crop Water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italy.

FAO, 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, Italia: Estudio FAO Riego y Drenaje. ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf. Fecha: 15 abril 2017.

García, M. G., E. Jimenez P., J. Aguirre C., A. Gonzales R., H. Carrillo P., A. Espinosa R., M. García G. 2014. Biomasa de dos especies de matorral en tres densidades de plantación en Tamaulipas, México. Rev. Lat. Rec. Nat. Vol. 10, p.p. 52-59.

Huete, A. R. 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sens. Environ. 25:295-309.

Morales, R., y G. Arrequín L. 2010. Identificación de oportunidades para el desarrollo rural mediante la plantación de mezquite II. Revista verano de la ciencia, pp. 3-6.

Rodríguez, S. E. N., G. E. Rojo M., B. Ramírez V., R. Martínez R., M. de la C. Cong H., S, M. Medina T., y H. H. Piña R. 2014. Análisis técnico del árbol del mezquite (Prosopis laevigata Humb. & Bonpl. ex Willd.) en México. Ra Ximhai Vol. 10, Número 3, Edición Especial. Enero – Jinio 2014.

Rouse, J.W. 1974. Monitoring the Vernal Advancement and Retrogration of Natural Vegetation. Texas: Texas A & M University, Remote Sensing Center.

Velasco, E. y Bernabé, R.M., 2004. Emisiones Biogéneticas. Primera Edición. Ciudad de México D.F., México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Instituto Nacional de Ecología.

Watson, D. J. 1947. Comparative physiological studies on the growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years, Ann. Bot., vol. 11, pp. 41–76.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE UN HUMEDAL ARTIFICIAL HÍBRIDO UTILIZANDO *TYPHA SPP.* Y *CYPERUS PAPYRUS*

WASTEWATER TREATMENT BY CONSTRUCTED WETLAND USING *TYPHA SPP.* AND *CYPERUS PAPYRUS*

Hermosillo-Alba, Melisa Concepción[1]*; Peña-Revuelta, Blanca Patricia[1]; González-Avalos, Ramiro[1]; Rocha-Valdez, Juan Leonardo[1]; Rocha-Quiñones, Juan Leonardo[1]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Departamento de Ciencias Básicas, carretera a Santa Fe y Periférico, Torreón, Coahuila, México.
***Autor principal: melisa.hermosillo@uaaan.edu.mx**

RESUMEN

En este estudio se realizó el diseño de un prototipo de un humedal artificial híbrido subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales municipales. El sistema está compuesto por un humedal de flujo vertical y otro de flujo horizontal. Se utilizaron dos especies vegetales distintas, en el humedal vertical *Cyperus papyrus spp.*, y en el humedal horizontal se plantó *Typha spp*. El sistema tuvo un tiempo de retención hidráulica de 2 días. Las concentraciones iniciales promedio fueron 123.8±25.7 mg l^{-1} DBO_5, 393.9±113.8 mg l^{-1} DQO, 95.5±49.2 mg l^{-1} SST, 71.82±9.0 mg l^{-1} NT, 26.9±6.4 mg l^{-1} NO_3-N, 32.1±6.1 mg l^{-1} NO_2-N, 63.4±11.7 mg l^{-1} NH_3-N y 31.3±4.5 mg l^{-1} PT. Los porcentajes de remoción total fueron DBO_5 97.4±0.4%, DQO 99.8±0.5%, SST 98.12±2.5%, NT 53.3±2.3%, NO_3^--N 71.37±6.4%, NO_2^--N 81.5±5.2%, NH_3-N 98.14±2.2%, PT 57.74±2.9%, Coliformes Totales 92±26.6 y Coliformes Fecales 100±0.002%. Los resultados obtenidos están por debajo de los límites permisibles que marcan las normas mexicanas, lo cual demuestra que el uso de humedales artificiales puede ser considerado como una tecnología alterna en México para el tratamiento de aguas residuales con grandes beneficios ecológicos y económicos.

ABSTRACT

In this work, it was designed a hybrid sub-surface constructed wetland for municipal wastewater treatment. The hybrid constructed wetland comprises a vertical and horizontal wetland. The emergent plants employed were *Cyperus papyrus spp.* in the vertical flow, and *Typha spp*. in the horizontal wetland. The system had a hydraulic retention time of 2 days. The average initial concentrations were BOD_5 123.8±25.7 mg l^{-1}, COD 393.9±113.8 mg l^{-1}, TSS 95.5±49.2 mg l^{-1}, TN 71.82±9.0 mg l^{-1}, NO_3-N 26.9±6.4 mg l^{-1}, NO_2-N 32.1±6.1 mg l^{-1}, NH_3-N 63.4±11.7 mg l^{-1} and TP 31.3±4.5 mg l^{-1}. The total removal efficiencies were BDO_5 97.4±0.4%, COD 99.8±0.5%, TSS 98.12±2.5%, TN 53.3±2.3%, NO_3^--N 71.37±6.4%, NO_2^--N 81.5±5.2%, NH_3-N 98.14±2.2%, TP 57.74±2.9%, Total Coliform 92±26.6 and Fecal Coliforms 100±0.002%. The final concentration of all the parameters measured were below the permissible limits established by Mexican water quality guidelines for various water uses, so we demonstrate that the use of constructed wetlands can be considered as an alternative technology in Mexico for wastewater treatment with high ecological and economic benefits.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo industrial irresponsable, el crecimiento desproporcionado de la población mundial y la falta de cultura ambiental son factores que han provocado consecuencias negativas en el medio ambiente, las cuales en los últimos años se han agudizado. Un ejemplo de esto es la poca disponibilidad de agua potable que actualmente existe en el planeta. Este es un grave problema a nivel mundial que ha llamado la atención de investigadores de todas partes del mundo desde hace varias décadas y como resultado de ello, se han propuesto varias tecnologías que ayudan a mitigar el problema de escasez de agua y de esta forma garantizar un desarrollo sustentable.

Una de las tecnologías amigables con el medio ambiente para el tratamiento y reutilización de aguas residuales más exitosa en las últimas décadas, es el uso de Humedales Artificiales (HA). Esta tecnología permite obtener agua con mayor calidad a la salida del sistema, su funcionamiento es similar a los humedales naturales donde se combinan procesos físicos, químicos y biológicos, dentro de los cuales interactúan cuatro elementos importantes: agua, suelo, plantas macrófitas y microorganismos (Zhang *et al.*, 2010). Además de los altos porcentajes de remoción de contaminantes y compuestos orgánicos, estos sistemas disminuyen el uso de bombas o dispositivos eléctricos ya que su funcionamiento se basa en hacer fluir el agua por gravedad, lo cual reduce en gran medida los costos de instalación, mantenimiento y operación.

Los humedales artificiales pueden utilizarse para tratar aguas residuales provenientes de distintas fuentes como: aguas municipales, minería, agricultura, procesos de refinería, industria metalúrgica, entre otros (Vymazal, 2011).

La Comarca Lagunera se caracteriza por ser una zona agrícola y una de las principales cuencas lecheras del país, por lo que el consumo de agua para el desarrollo de dichas actividades es sumamente alto. El objetivo de esta investigación es proponer un diseño de humedal artificial eficiente y económicamente viable para el tratamiento de aguas residuales municipales que posteriormente puedan ser reutilizadas en el riego agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el campo experimental San Antonio de los Bravos de la UAAAN-UL en una ubicación geográfica de Latitud Norte: 25°33’21’’, Longitud Oeste: 103°22’36’’, se instaló un sistema híbrido de humedal artificial el cual estaba formado por un humedal vertical (0.70 m largo, 0.40 m ancho y 0.90 m alto) y otro horizontal (1.20 m largo, 0.70 m ancho y 0.60 m alto). En los dos humedales se utilizaron los mismos medios de soporte; en el caso del humedal vertical se puso una capa de 30 cm de grava, 30 cm de arena y 15 cm de piedra de río pequeña. En el humedal horizontal se colocaron 20 cm de grava, 20 cm de arena y 10 cm de piedra de río pequeña.

Para la realización de esta investigación, se decidió utilizar 2 especies distintas de plantas. Por un lado, se eligió colocar 2 plantas en el humedal vertical de la especie *Cyperus papyrus spp.,* la cual actualmente es muy utilizada como planta de decoración en albercas, centros recreativos y cascadas artificiales. Por otra parte, se colocaron 6 plantas de *Typha spp.* en el humedal horizontal, la cual es considerada una especie común en los arroyos y ríos de la Comarca Lagunera.

Se alimentó el sistema con agua residual sin tratar. El tiempo de retención hidráulica (TRH), en promedio fue de 2 días. Se tomaron muestras en 3 puntos diferentes del sistema: a la entrada del sistema (Influente), a la salida del humedal vertical (Efluente FV) y a la salida del humedal horizontal (Efluente FH).

La cantidad de muestra recolectada variaba según el análisis que se fuera a realizar, los volúmenes de muestra oscilaban entre 300 ml y 1.5 L. Los análisis para determinar DBO_5 y Coliformes Totales y Fecales se hicieron semanalmente, el resto de los análisis se realizaron cada tercer día. Todos los análisis de laboratorio se determinaron conforme a los métodos establecidos por APHA (1998) durante 1 año.

Se utilizó un análisis ANOVA multifactorial, el método empleado para la discriminación entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Se utilizaron dos factores, el tiempo y el tipo de humedal. Los niveles del factor tipo de humedal son el tipo vertical y el tipo horizontal. Los niveles del tiempo son los días de análisis. Se realizaron 3 repeticiones. El Software utilizado fue STATGRAPHICS Centurion versión 15.2.06.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la siguiente tabla, se muestran los promedios de remoción de los compuestos orgánicos en cada etapa del sistema híbrido, así como el valor final de remoción.

Tabla 1. Promedio (%) de remoción de DBO_5 , DQO, SST, NT, NH4-N, NO_3^- - N, NO_2^- - N, PT, Coliformes totales y Coliformes fecales en humedal artificial híbrido FV–FH de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna.

[a] Humedal plantado con *Cyperus papyrus spp.* [b] Humedal plantado con *Typha spp*

	% de Remoción		
Parámetro	**H-FV [a]**	**H-FH [b]**	**Total**
DBO_5	82.20±3.7	85.6±1.8	97.40±0.4
DQO	85.10±5.8	98.5±2.5	99.80±0.5
SST	85.30±8.9	90.4±11.3	98.12±2.5
NT	29.50±2.3	33.4±2.3	53.32±2.3
NH_4^- - N	51.01±2.2	96.09±2.2	98.14±2.2
NO_3^- - N	41.80±7.89	62.90±6.4	71.37±6.4
NO_2^- - N	58.60±5.2	49.80±5.2	81.46±5.2
PT	32.60±2.9	37.30±2.9	57.70±2.9
Coliformes Totales	87.00±23.9		92.00±26.6
Coliformes Fecales	85.00±17.4	92.00±26.5	
		100.0±0.01	100.0±0.002

Las eficiencias de remoción observadas en el humedal híbrido son comparables con lo reportado por diversos autores. Öövel *et al.* (2007) reportaron una remoción del 90.8% para DBO_5, con una concentración final de 5.5 mg l^{-1} en un humedal FV-FH en Estonia.

El mayor porcentaje de remoción de la materia orgánica se llevó a cabo en el humedal horizontal. Vymazal (2005a), reportó que en promedio los humedales horizontales de varios países alrededor del mundo presentaban un 85% de remoción de DBO, lo cual coincide con los valores obtenidos en este trabajo. Sin embargo, los valores de remoción de DQO son mucho mayores que lo reportado por Zurita *et al.* (2009) quienes obtuvieron una eficiencia del 77% y tampoco coincide con lo reportado por Vymazal y Kröpfelová (2008), quienes lograron una remoción del 63%.

Al igual que los compuestos orgánicos, se observa que el mayor porcentaje de remoción de SST se llevó a cabo en el humedal horizontal (Tabla 1). El valor promedio de remoción para SST reportados por Vymazal (2011) es de 75% para el humedal horizontal y 89% para el humedal vertical. En este estudio se obtuvo un menor porcentaje de remoción en el humedal vertical, pero fue mucho mayor el porcentaje de remoción en el humedal horizontal, respecto a lo reportado por Vymazal (2011).

La remoción del Nitrógeno Total (NT) apenas logró alcanzar el 50% (Tabla 1), y no hubo diferencia significativa en los porcentajes de remoción entre el humedal vertical y el horizontal ($p>0.05$).

A pesar de no ser un porcentaje alto (53.32 ± 2.3%), comparado con lo reportado por otros autores el valor es considerado moderadamente alto, ya que normalmente se logran porcentajes de remoción menores del 40% (Vymazal, 2002; Meuleman *et al*., 2003; Gasiunas *et al.*, 2005). Y es similar al 52.7± 4.3% en el humedal horizontal y 49.3± 4.3% en el humedal vertical reportado por Zurita *et al.* (2009).

Los porcentajes de remoción de nitrógeno amoniacal (NH_3-N) que se muestran en la Tabla 1 son mayores que los reportados por autores de otros países, como en Norteamérica, 24.6% (Kadlec y Knight, 1996); República Checa, 42.7% y Dinamarca, 32.9% (Vymazal, 2002).

En el caso de los nitratos, el tipo de humedal muestra un efecto significativo sobre el porcentaje de remoción ($p>0.05$), el humedal horizontal presentó una mayor remoción de nitrato que el humedal vertical debido al predominio de condiciones anaerobias en el humedal horizontal.

A pesar de tener concentraciones altas de nitritos en la entrada del sistema, el porcentaje de remoción (Tabla 1) fue muy satisfactorio, ya que se logró remover el 81.5 ± 7.5%. El análisis estadístico no mostró un efecto significativo sobre el porcentaje de remoción de acuerdo con el tipo de humedal ($p>0.05$).

La remoción del fósforo total (PT) en gran medida depende el tipo de material filtrante o de soporte que se utilice, por lo tanto, como era de suponerse, debido a que se utilizaron los mismos materiales de soporte en los dos humedales, el tipo de humedal no muestra un efecto significativo sobre el porcentaje de remoción ($p>0.05$) (Tabla 1). En ambos humedales se lograron porcentajes de remoción similares, en el humedal vertical fue de 32.62±13.5% y en el humedal horizontal de 37.27±13.8%.

El porcentaje total de remoción fue de 57.7±2.9%, dicho valor es ligeramente mayor que el 46.7% reportado por Vymazal en el 2007 para un sistema híbrido FV-FH; que el 46% reportado por Laber *et al.* (2003) para un sistema híbrido FH-FV y que el 48.3% reportado por

Vymazal y Kröpfelová en el 2011 para un humedal vertical. Sin embargo, nuestro valor es similar al 59.5% que reporta Vymazal (2001, 2005a,b) en un humedal también vertical.

En el caso de la remoción de coliformes totales obtuvimos un porcentaje total promedio del 92±26.6% (Tabla 1), el cual coincide con lo reportado en otros estudios. Belmont *et al.* (2004) reportó un porcentaje del 96.8±1.6%, Nokes *et al.* (2003) reportó entre el 91.0 y 97.3% y Vymazal (2005b) encontró un 88% de remoción en un total de 26 humedales subsuperficiales estudiados en varios países.

En el caso de los Coliformes Fecales también se obtuvo un 100 % de remoción (Tabla 1), cabe mencionar que en la mayoría de las ocasiones no había presencia de coliformes fecales en la entrada del sistema, teniendo como mayor concentración inicial un valor de 300,000 UFC.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que los humedales artificiales de flujo subsuperficial son una alternativa viable para el tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales en comunidades pequeñas, ya que las concentraciones finales en todos los parámetros que se analizaron cumplen con la normatividad vigente aplicable para el tratamiento de aguas residuales, incluyendo la norma NOM-003-ECOL-1997, que establece los lineamientos del agua tratada que puede ser usada para el riego agrícola, lo cual beneficia enormemente a las comunidades donde el consumo de agua de pozo para la actividad agropecuaria es muy alto. En esta investigación también se hace evidente que el uso de sistemas híbridos es lo más recomendable cuando se pretende lograr porcentajes de remoción de Nitrógeno (N) y Fósforo (P) por encima del 50%. Por último, se concluye que el uso de plantas de ornamento en los humedales artificiales como el caso del *Cyperus papyrus*, añade un valor comercial a este tipo de tecnología, permitiendo que las comunidades que empleen este tipo de sistemas obtengan un beneficio adicional de tipo económico.

REFERENCIAS

APHA, 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.20th ed. American Public Health Association,Washington, D.C.

Belmont, M.A., Cantellano, E., Thompson, S., Williamson, M., Sánchez, A., y Metcalfe, C.D. 2004. Treatment of domestic wastewater in a pilot-scale natural treatment system in central Mexico. Ecological Engineering. 23:299-311.

Gasiunas, V., Strusevi˘cius, Z., y Strusevi˘ciene, M.S. 2005. Pollutant removal by horizontal subsurface flow constructed wetlands in Lithuania. Journal of Environmental Science and Health. 40:1467–1478.

Kadlec, R.H. y Knight, R.L. 1996. Treatment Wetlands. Lewis Publisher. Florida, pp. 893.

Laber, J., Haberl, R., y Shrestha, R. 2003. Two-stage constructed wetland for treating hospital wastewater in Nepal. Water Science Technology. 40(3): 317-324.

Meuleman, A.F.M., Van Logtestijn, R., Rijs, G.B.J., y Verhoeven, J.T.A. 2003. Water and mass budgets of a vertical-flow constructed wetland used for wastewater treatment. Ecological Engineering. 20: 31–44.

Nokes, R.L., Gerba, Ch.P. y Karpiscak, M.M. 2003. Microbial water quality improvement by small scale on-site subsurfacewetland treatment. Journal of Environmental Science and Health. 38 (9):1849–1855.

Öövel, M., Tooming, A., Mauring, T., y Mander, Ü. 2007. Schoolhouse wastewater purification in a LWA-filled hybrid constructed wetland in Estonia. Ecological Engineering. 29:17-26.

SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.

Vymazal, J. 2001. Constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic. Water Science Technology. 44(11-12):369-374.

Vymazal, J. 2002. The use of sub-surface constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic: 10 years experience. Ecological Engineering. 18:632–646.

Vymazal, J. 2005a. Horizontal sub-surface flow and hybrid constructed wetland systems for wastewater treatment. Ecological Engineering. 25: 478–490.

Vymazal, J. 2005b. Removal of enteric bacteria in constructed treatment wetlands with emergent macrophytes: a review. Journal of Environmental Science and Health. 40:1355–1367.

Vymazal, J. 2007. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. Science of the Total Environment. 380:48–65.

Vymazal, J. 2011.Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: Five Decades of Experience. Environmental Science and Technology. 45(1): 61–69 DOI: 10.1021/es101403q.

Vymazal, J. y Kröpfelová, L. 2011. A three-stage experimental constructed wetland for treatment of domestic sewage: First 2 years of operation. Ecological Engineering. 37:90–98.

Zhang, L., Wang, M-H., Hu, J., y Ho, Y-S. 2010. A review of published wetland research, 1991-2008: Ecological engineering and ecosystem restoration. Ecological Engineering. 36:973-980.

Zurita, F., De Anda, J. y Belmont, M.A. 2009. Treatment of domestic wastewater and production of commercial flowers in vertical and horizontal subsurface-flow constructed wetlands. Ecological Engineering. 32:861-869.

RESPUESTA PRODUCTIVA DEL RIEGO, DOSIS DE FERTILIZACIÓN Y VARIEDADES DE GARBANZO en BCs

PRODUCTIVE RESPONSE TO IRRIGATION, FERTILIZATION DOSE AND VARIETIES OF CHICKPEA IN BCS

Navejas-Jiménez, Jesús[1*]; Melgoza Villagómez Claudia M.[1], Gutierres Pérez Erasmo[1], Loya Ramírez José G.[2], Mercado Mancera Gustavo[3].

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP[1]
Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS[2]
Departamento de Ciencias Agrícolas, FES-C, UNAM. Cuautitlán Izcalli, México[3]
***Autor principal: navejas.jesus@inifap.gob.mx**

RESUMEN

El trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la respuesta productiva del riego y la fertilización en nuevas variedades de garbanzo, en BCS. Se evaluaron dos condiciones de riego (normal y sobrerriego), tres variedades (Mazocahui, Blancoson y Combo 743), y tres tratamientos de fertilización (90 y 60 kg N ha^{-1} más 20 kg P ha^{-1}, y un tratamiento con la aplicación de 10 litros ha^{-1} de ácido orgánico AO). La variedad Blancoson con 3.50 t ha^{-1} fue mejor en rendimiento, que Combo 743 y Mazocahui. Las dosis de fertilización resultaron estadísticamente iguales en rendimiento ≠ 3.30 t ha^{-1}. Sin embargo, en las interacciones de sobrerriego-Combo 743-AO y sobrerriego-Blancoson-60 kg N ha^{-1}, se obtuvo 4.00 y 4.10 t ha^{-1}; e índices de bc de 3.52 y 3.14, 15.42 y 14.27 m^3 de agua. Con rendimiento de 3.79 t ha^{-1}, el tratamiento sobrerriego con lámina de 39 cm en el ciclo de cultivo, resultó 33.8 % superior en rendimiento al riego normal.

ABSTRACT

The work was carried out with the aim of evaluating the productive response of irrigation and fertilization on new chickpea varieties, in BCS. Two irrigation conditions were evaluated (normal and over-irrigation), three varieties (Mazocahui, Blancoson and Combo 743), and three fertilization treatments (90 and 60 kg N ha^{-1} plus 20 kg P ha^{-1}, and one treatment with the application of 10 liters ha^{-1} of organic acid). The Blancoson variety with 3.50 t ha^{-1} was better in yield than Combo 743 and Mazocahui. Fertilization doses were statistically equal in yield ≠ 3.30 t ha^{-1}. However, in the interactions of over-irrigation-Combo 743-AO and over-irrigation-Blancoson-60 kg N ha^{-1}, 4.00 and 4.10 t ha^{-1} were obtained; and bc indices 3.52 and 3.14, 15.42 y 14.27 m^3 of water. With a yield of 3.79 t ha^{-1}, the over-irrigation factor with 39 cm amount in the crop cycle was 33.8% higher in yield than the normal irrigation treatment.

INTRODUCCIÓN

La producción de garbanzo en Baja California Sur (BCS) y Noroeste de México se destaca por la superficie establecida, la aportación económica, su relación con el índice de producto interno bruto, como cultivo de exportación generador de divisas, y como especie de bajo requerimiento hídrico; además para su manejo estratégico en la conservación de los recursos suelo y agua, y su aprovechamiento en la agricultura regional. En México, el 96% de la

producción se concentra en los estados de Sinaloa, Sonora y BCS (**SIAP, 2015**), y comprende una superficie promedio de siembra de 150 mil ha anuales. En BCS el rendimiento promedio es de 1.81 t ha^{-1}, sin embargo, se reportaron rendimientos superiores a 3.0 t ha^{-1} al evaluar las variedades Combo 743 y Blancoson y Mazocahui, utilizando cinta de riego de goteo, con un método de siembra de camas de 1.60 m con dos hileras separadas a 40 cm entre ellas (**Navejas *et al.*, 2019**). Dentro de los factores agronómicos de manejo del cultivo que afectan los rendimientos de grano, se tienen el adecuado manejo del agua de riego, el balance nutrimental, el uso de reguladores y micronutrimentos aplicados mediante aspersiones foliares (**Ortega *et al.*, 2013**). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta productiva del riego y la fertilización de nuevas variedades de garbanzo en Baja California Sur.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las instalaciones del Sitio Experimental Valle de Santo Domingo perteneciente al INIFAP, que se localiza en las coordenadas geográficas LN 24.500 y LW 111.6833, a 47 msnm. Los tratamientos evaluados fueron el riego (normal y sobreriego), variedades (Mazocahui, Blancoson y Combo743) y fertilización (90 y 60 kg N ha^{-1}); se contó con un tratamiento alternativo de manejo orgánico con el uso de 10 litros ha^{-1} de ácido orgánico (AO). Con base a determinaciones de las características físicas del suelo y datos de clima, se realizó un pronóstico para estimar la demanda de agua para la época, sistema de riego y cultivo. La parcela se estableció el 12 de diciembre de 2019 y la siembra se realizó en forma mecanizada con sistema en camas de 1.6 m de ancho con dos hileras separadas a 40 cm. La siembra fue con 12 a 14 semillas por metro, a una profundidad de 5 cm. Se aplicaron riegos atendiendo el pronóstico con base a la demanda de agua, mediante riego por goteo con cintilla calibre 6 mil, apoyados en los datos climáticos históricos, ajustándose en tiempo real mediante monitoreo del nivel de humedad aprovechable ≥ a 50% de capacidad de campo (CC). Se realizó un riego de nacencia, además 14 y 15 después el riego de auxilio en los tratamientos de riego normal y sobrerriego. La humedad del suelo se inspeccionó con un medidor de humedad portátil Hidrosense II (HS2). Se fertilizó mediante inyección con fuentes de nitrógeno y fósforo atendiendo la solubilidad específica del producto. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas subdivididas (dos niveles de riego x tres variedades x tres niveles de fertilización), con seis repeticiones por tratamiento; la unidad experimental fue de dos camas de 5 m, según cada tratamiento dispuesto en los genotipos, el riego y la fertilización: la parcela útil fue una cama con 2 m de longitud. Las variables de respuesta medidas fueron: rendimiento de grano, porcentaje de exportación y calibre. El calibre de grano

es el tamaño que se tiene a la cosecha, se pasó por una criba de 9 mm; para su determinación se pesaron 30 gramos del grano cribado y se contó el número de granos que hay en ese peso. Los datos fueron analizados por ANOVAS y comparación de medias con Tukey ($p \leq 0.05$), con el paquete estadístico STATGRAPHICS 18 (Statgraphics, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rendimientos de garbanzo en la evaluación de la respuesta productiva de las variedades, riego y fertilización fueron superiores a 3.00 t ha^{-1}. Existió diferencia estadística significativa entre tratamientos de riego (p≤ 0.05). El tratamiento de riego normal obtuvo 2.83 t ha^{-1} en comparación con el tratamiento de sobrerriego que obtuvo 3.79 t ha^{-1}, que representó una variación de 33.8 % entre ambos tratamientos de riego. Las variedades de garbanzo se comportaron de manera diferente acorde al ANOVA (p≤ 0.05). La variedad Blancoson con 3.50 t ha^{-1} fue el mejor en rendimiento, respecto a las variedades Combo 743 y Mazocahui con 3.35 y 3.10 t ha^{-1}, respectivamente. Las dosis de fertilización resultaron estadísticamente iguales en rendimiento ≠ 3.30 t ha^{-1} (Figura 1).

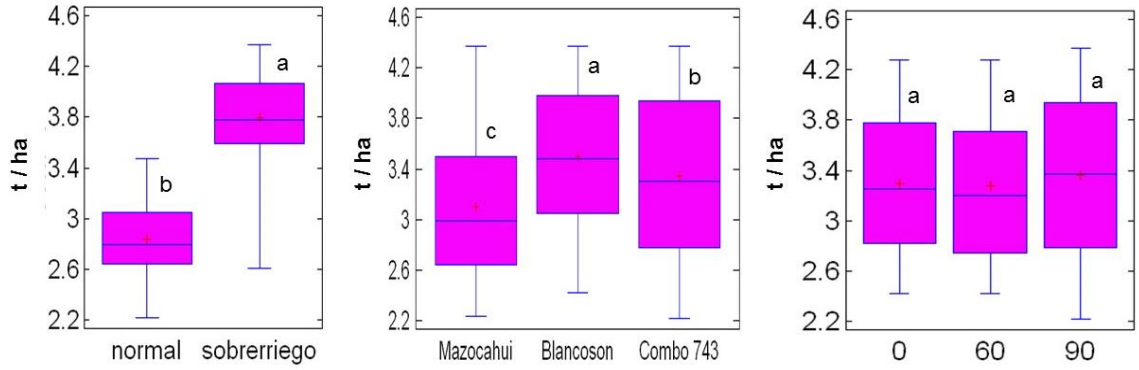


Figura 1. Respuesta en rendimiento (t ha^{-1}) de dos condiciones de riego, tres variedades y tres tratamientos de fertilización en garbanzo en el estado de BCS., ciclo 2019-20. Tukey (p≤ 0.05) LS: riego 0.096, variedades 0.141 y fertilización NS.

Los resultados anteriores muestran potencial de rendimiento para los tratamientos probados acorde con actividades similares (Gutierres *et al.*, 2012). En BCS, reportaron rendimientos superiores a 3.00 t ha^{-1} al evaluar seis líneas avanzadas y las variedades Blanco Sinaloa 92 y Costa 2004.

La comparación de las características de calidad de las variedades evaluadas, presentó diferencias significativas (p≤ 0.05), y se lograron conocer los resultados con los mejores tratamientos de interacciones de riego y fertilización.

En rendimiento, las variedades Blancoson, Combo 743 y Mazocahui alcanzaron 4.10, 4.00 y 3.84 t ha^{-1}, respectivamente. En porcentaje de exportación lograron 96.1, 92.3 y 91.7 %, las variedades Combo 743, Mazocahui y Blancoson, respectivamente. El uso de variedades adaptadas a la región es importante, ya que permite el incremento del rendimiento, debido a un mayor potencial y excelente calidad de grano de los nuevos materiales (Gutierres, Navejas y Velazco, 2010). En calibre se alcanzaron tallas XXXX, XXX y XX en las variedades Combo 743, Blancoson y Mazocahui, respectivamente. Los índices relacionados al riego en estas variedades fueron de una lámina de 3,900 m^3 en los tres materiales, con índices de eficiencia de transformación de agua de 1.06, 1.04 y 0.99 kg m^{3-}, para las variedades Blancoson, Combo 743 y Mazocahui, respectivamente (Cuadro 1). Aunque tradicionalmente al garbanzo se le ha considerado una especie con bajas necesidades de hídricas, los valores varían de zonas secas a zonas húmedas entre 311 y 422 mm para siembras de invierno (Gutierres *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Rendimiento, calibre e índices productivos de tres variedades de garbanzo con las mejores interacciones de riego y fertilización en el estado de B.C.S. 2019-20.

VARIEDADES	R	Pe	Ca	La	Ea
	(t ha^{-1})	(%)	(Ng)	(cm)	(kg m^{3-})
MAZOCAHI	3.84 ab	92.3 b	45.5 c	39.0	0.99
BLANCOSON	4.10 a	91.7 c	43.3 b	39.0	1.06
COMBO 743	4.00 a	96.1 a	42.0 a	39.0	1.04

R= Rendimiento (t ha^{-1}). Pe= Porcentaje de exportación (%). Ca= Número de granos en 30 gramos (Ng). La= Lámina de agua (cm). Ea= eficiencia de transformación del agua (kg m^{3-}). Letras iguales tienen igualdad estadística p≤0.5.

CONCLUSIONES

La variedad Blancoson presentó buen comportamiento, el mejor rendimiento de campo y la mayor eficiencia en el uso de agua. Sin embargo, Combo 743 obtuvo mayor porcentaje de exportación y calibre del garbanzo. La variedad Mazocahui, también logró un buen comportamiento. Los tres materiales representan una alternativa para atender la demanda de nuevas variedades de garbanzo para la región y el mercado de exportación. La dosis de 60 kg N ha^{-1} y el tratamiento de sobrerriego con lámina aproximada de 39 cm en el ciclo de cultivo, resultaron favorables al manejo agronómico. Es necesaria la aplicación de las herramientas tecnológicas para la fertilización y el riego eficiente acorde a las características edafoclimáticas, para el fortalecimiento de la cadena del sistema producto garbanzo en el estado de B.C.S.

AGRADECIMIENTOS

Para la realización de este trabajo se recibió apoyo económico del Fondo Mixto CONACYT - GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR a través del proyecto BCS-2018-02-0188466.

REFERENCIAS

Gutierres P, E., Navejas J, J., Velazco G, O.H. (2010). Costa 2004, variedad de garbanzo recomendada para Baja California Sur. Folleto Técnico No 3. SAGARPA- INIFAP. Cd. Constitución, B.C.S. 32 p.

Gutierres, E. (octubre, 2012). Evaluación de genotipos de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en condiciones de riego por goteo en Baja California Sur. Trabajo presentado en el XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C.

Ortega, P. (octubre, 2013). Productividad de cuatro variedades de garbanzo en cuatro métodos de siembra en riego por goteo. Trabajo presentado en el XVI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C.

Navejas J, J. (octubre 2019). Evaluación de la lámina de riego, dosis de fertilización y variedades de garbanzo en Baja California Sur. Trabajo presentado en el XXII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C.

SIAP. 2015. Avance de Siembras y Cosechas. Resumen por cultivo. En: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenDelegacion.do. Fecha de consulta el 15 de julio de 2019.

Statgraphics 2017. Statagraphics 18. Statagraphics Technologies, INC. Las Llanuras, Virginia. www.Statgraphics.com.

VARIABLES MORFOLÓGICAS EN VARIEDADES EXPERIMENTALES DE SORGO BLANCO

MORPHOLOGICAL VARIABLES IN EXPERIMENTAL VARIETIES OF WHITE SORGHUM

Aranda-Lara, Ulises[1]*, Ma. Eugenia Cisneros López[1], Héctor Williams Alanís[2]

[1]INIFAP. Campo Experimental Río Bravo; carretera Matamoros-Reynosa, km 61; CP. 88900; Río Bravo, Tam. [2] Ex Investigador de INIFAP. Campo Experimental Río Bravo; carretera Matamoros-Reynosa, km 61; CP. 88900; Río Bravo, Tam. *Autor principal: aranda.ulises@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue medir las variables morfológicas de cinco variedades experimentales de sorgo blanco, en Río Bravo, Tamaulipas, comparadas con el testigo Fortuna, liberada por el INIFAP. Se realizó una caracterización morfológica conforme a la guía técnica para la descripción de variedades de sorgo UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales-Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas 2012). En el ciclo primavera verano 2019, se estableció en el Campo Experimental Río Bravo (CERIB) un ensayo con cinco variedades experimentales y un testigo comercial. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La variedad 196-2 presentó resultados similares al testigo en diámetro de tallo. El genotipo 197-2 superó al testigo en las variables longitud y ancho de panoja y contenido de clorofila; pero fue similar en excersión.

ABSTRACT

The objective of the present study was to measure the morphological variables of five experimental varieties of white sorghum, in Rio Bravo, Tamaulipas, compared with the Fortuna control, released by INIFAP. A morphological characterization was carried out in accordance with the technical guide for the description of sorghum varieties UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants-National Seed Inspection and Certification Service 2012). In the spring-summer 2019 cycle, a trial with five experimental varieties and one commercial control was established in the Rio Bravo Experimental Station (CERIB). A randomized complete block design with three replicates was used. Variety 196-2 presented similar results to the control in stem diameter. Genotype 197-2 outperformed the control in length and width of panicle and chlorophyll content; but was similar in excersion.

INTRODUCCIÓN

Entre los principales países productores de sorgo a nivel mundial se encuentran: Estados Unidos de América (15.9 %), Nigeria (10.9 %), India (8.6 %), México (7.9 %) y Etiopía (7.0 %) estos países concentraron el 50.3 % de la producción mundial en el ciclo 2017/18. En México el estado de Tamaulipas registró una producción de 1.93 millones de toneladas de sorgo en el año agrícola 2018, lo que representa un decremento de 12.3 % con respecto al año previo y su nivel mínimo en los últimos cinco años. Lo anterior, fue debido a que la superficie cosechada disminuyó un 8.6 % y el rendimiento un 4.0 %, a tasa anual. De esta forma, la superficie cosechada se ubicó en 709.8 miles de hectáreas, es decir, su nivel más bajo en 23 años; el rendimiento promedio en la entidad se ubicó en 2.73 toneladas por hectárea (FIRA 2019).

El principal desafío para los mejoradores del siglo XXI es lograr la seguridad alimentaria, además de disminuir los daños provocados por factores climáticos como sequías u olas de calor, por lo cual, ellos remarcan la importancia de diseñar “plantas modelo” o arquetipos

(Rötter *et al.,* 2015). Arquetipo se define como la combinación de rasgos morfológicos, fisiológicos y genéticos que optimicen el desarrollo del cultivo para un ambiente en particular que influyan en su desarrollo, crecimiento y producción de grano (Martre *et al*., 2015 y Sharma *et al.,* 2013). El estudio tuvo como objetivo principal obtener la descripción varietal de variedades de sorgo con propósitos de registro ante el SNICS.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del Campo Experimental Río Bravo (CERIB), Tamaulipas, bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental fue de dos surcos de 5 m de largo y 0.80 m de ancho. Después de 15 días de la siembra se aclareó hasta tener una población aproximada de 165 mil plantas ha^{-1}. El manejo agronómico fue conforme al paquete tecnológico para riego recomendado por el INIFAP-CERIB (Montes *et al*., 2013) en la región. Las variables estudiadas fueron: altura de planta, diámetro del tallo, longitud de la panoja, ancho de la panoja, excersión, 3ª hoja y hoja bandera (largo de la tercera hoja, ancho y área foliar), número de hojas totales, número de nudos, número de hojas secas, unidades clorofilas, grados Brix o sólidos solubles medidos con un refractómetro manual (REF113/Brix/ATC 0-32 %) y el contenido de clorofila en unidades SPAD con un determinador de clorofila portátil (SPAD-502 Minolta). Los genotipos de grano blanco experimental fueron: 195-2, 196-2,197-1,197-2 y 197-1-1. La fecha de siembra fue el 05 de agosto en el ciclo P-V 2019 con la variedad forrajera Fortuna como testigo. Los análisis de varianza se hicieron con PROC GLM, y la prueba de medias con Tukey ($p<0.05$), utilizando el paquete estadístico SAS versión 9.3.1 (SAS, 2006).

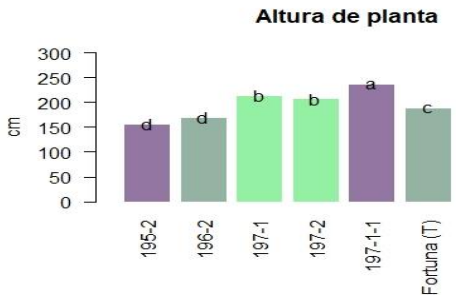
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza mostró efecto significativo del genotipo en las variables altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja, ancho de panoja, ancho de la tercera hoja, largo y ancho de hoja bandera, numero de hojas, numero de nudos, numero de hojas secas, unidades clorofilas, grados brix. La variedad 197-1-1 se mostró superior, en la variable altura de planta (Figura 1) con 236.8 cm. En la Figura 4 se observa la variable ancho de panoja con 5.7 cm. Para la variable número total de hojas (Figura 10) con un total de 14 hojas.

En la Figura 11 se muestra el número de nudos con 15.7, superando al testigo Fortuna. Las variedades 195-2 y 196-2 resultaron pertenecer al mismo grupo estadístico que Fortuna para la variable diámetro de tallo (Figura 2). En la variable longitud de panoja las variedades 195-2 y 197-2 mostraron ser superiores con 26.3 y 26.9 cm a fortuna con 23% y 26%, respectivamente (Figura 3).

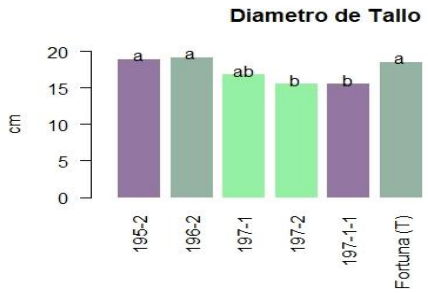
El ancho de panoja resulto inferior en las variedades 196-2 y fortuna, en relación a las variedades 197-1-1, 197-1, 197-2 y 195-2, las cuales resultaron similares entre sí (figura 4). Una de las características más importantes en las variedades es la excersion, ya que facilita la trilla mecanizada (Figura 5). La variedad 197-2 fue similar estadísticamente a Fortuna con 6.4 y 5.9 cm, respectivamente. La variedad Fortuna fue superior en las variables longitud de la tercera hoja (figura 6), ancho de la tercera hoja (figura 7), largo de hoja bandera (figura 8) y ancho de la hoja bandera (figura 9), ya que ésta presenta una gran cantidad de follaje (Figuras, 6, 7, 8 y 9, respectivamente).

Para el número de hojas secas (Figura 12) las variedades experimentales superaron a Fortuna, esto se debe a que presentaron más de tres hojas secas. Para la variable SPAD (Figura 13) la variedad 197-2 superó a las demás variedades al mostrar 50.2 unidades clorofila. En la variable grados BRIX las variedades 195-2 y 197-1 mostraron 15.1 y 14.4 grados, respectivamente (Figura 14).



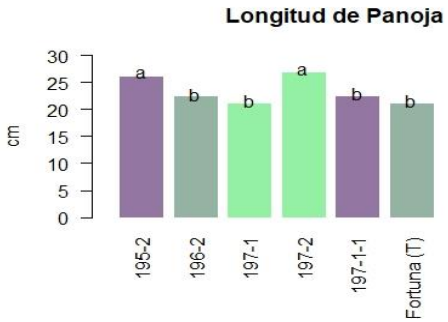
Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

Figura 1. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable de altura.



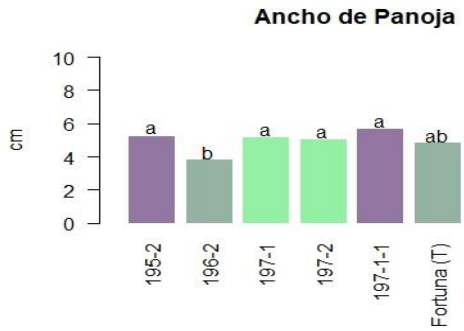
Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

Figura 2. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable diámetro de tallo.



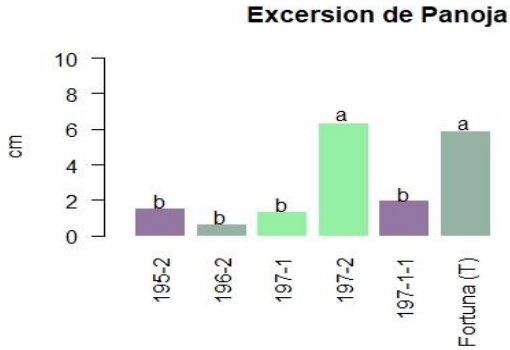
Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

Figura 3. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable longitud de panoja.



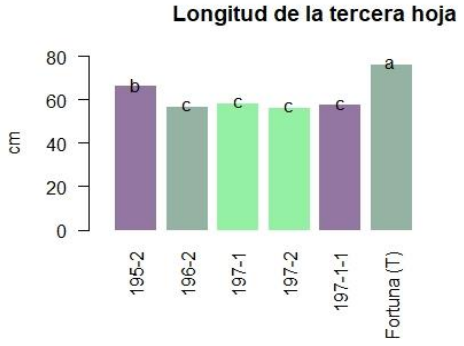
Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

Figura 4. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable ancho de panoja.



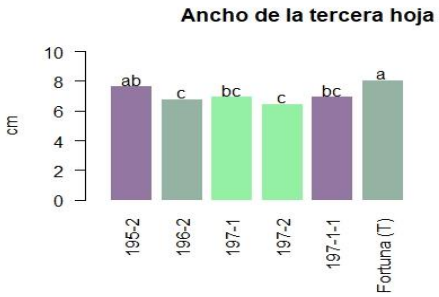
Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

Figura 5. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable excersion,



Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

Figura 6. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable longitud de la tercera hoja.

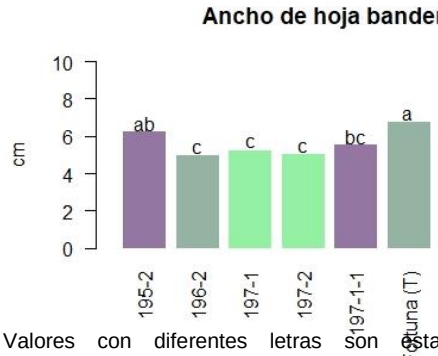


Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

Figura 7. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable ancho de la tercera hoja.

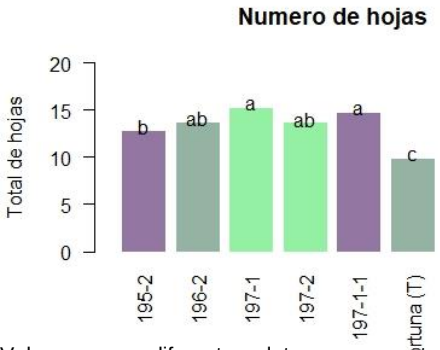
Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

Figura 8. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable largo de la hoja bandera.



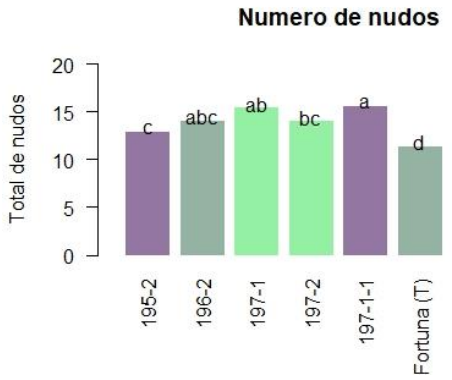
Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

Figura 9. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable ancho de hoja bandera.



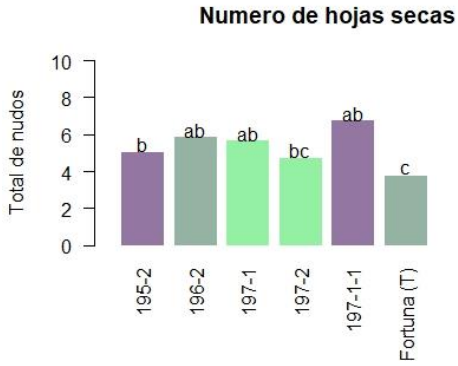
Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

Figura 10. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable número de hojas.



Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

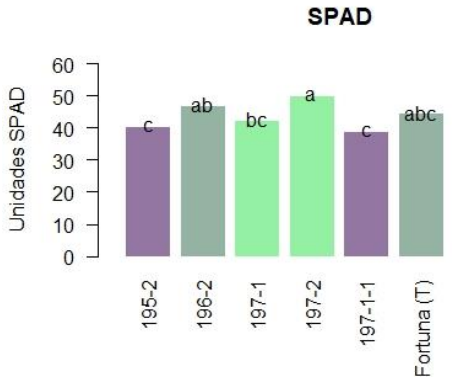
Figura 11. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable número de nudos.



Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

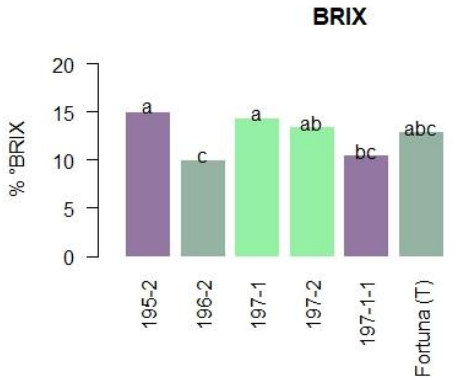
Figura 12. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable número de hojas secas.

.



Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

Figura 13. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable SPAD.



Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes. Prueba de medias con Tukey (p<0.05).

Figura 14. Comparación de medias del análisis de varianza para la variable grados Brix.

Resultados similares fueron encontrados por Montes *et al*., 2010 en donde las variedades experimentales de sorgo blanco superaron a los testigos comerciales en las diferentes variables.

CONCLUSIÓNES

La variedad Fortuna fue superior en las variables longitud de la tercera hoja, ancho de la tercera hoja, largo de hoja bandera ancho de la hoja bandera en las demás variables las variedades experimentales fueron superiores o iguales al testigo. Las variables analizadas ayudarán en los registros ante el SNICS.

REFERENCIAS

FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2019. Sorgo. Panorama agropecuario. FIRA, Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. México. 24 p.

Martre, P., B. Quilot-Turion, D. Luquet, M.-M. O.-S. Memmah, K. Chenu, and P. Debaeke. 2015. Model-Assisted Phenotyping and Ideotype Design. Crop Physiology (Second Edition). Elsevier. pp: 349-373.

Montes-García, N. Williams-Alanís, H. Moreno, G. T., Cisneros, L. Ma. E, Espinosa y Pecina, Q. V. 2010. RB-Paloma: variedad de sorgo blanco para producción de grano y forraje. Fitotecnia Mexicana. 35:185-187.

Montes-García, N. Williams-Alanís, H. Pecina, Q. V. Arcos, C. G., Vargas, V.E., Espinosa y R.M. Herrera C. C. 2013. RB-Norteño: Sorgo granífero para áreas de temporal de Tamaulipas y Guanajuato. Folleto Técnico No.55. 26 p.

Rötter, R., F. Tao, J. Höhn, and T. Palosuo. 2015. Use of crop simulation modelling to aid ideotype design of future cereal cultivars. J. Exp. Bot. 66: 3463-3476.

Sharma, D., G. S. Sanghera, P. Sahu, P. Sahu, M. Parikh, B. Sharma, P. Chaudhari, and B. K. Jena. 2013. Tailoring rice plants for sustainable yield through ideotype breeding and physiological interventions. Afr. J. Agric. Res. 8: 5004-5019.

UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plant). 2012 Sorghum TG/122. UPOV Code: SRGHM. Sorghum ssp. Guidelines for the conducto of tests for distinctness, uniformity and stability. 48 p.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE BUSTAMANTE, TAMAULIPAS

AGRICULTURAL PRODUCTION SYSTEM IN THE MUNICIPALITY OF BUSTAMANTE, TAMAULIPAS

García-Gordillo, América*[1]; Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico[2], Ricardo Avilés Ruiz[2], Odilón Gayosso Barragán[3]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coah. [2]Campo Experimental Las Huastecas, INIFAP, Carretera Tampico-Mante km 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamps. [3]INIFAP- CENID Agricultura familiar, Carretera Ojuelos-Lagos de Moreno km 8.5, Ojuelos, Jalisco.
***Autor de correspondencia: acirema-2000@hotmail.com**

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue realizar un diagnóstico sobre los procesos que se llevan a cabo en la producción agrícola de Bustamante, Tamaulipas. Se realizaron 46 encuestas al azar tratando que el muestreo fuera representativo de la zona. Los datos categóricos se proyectaron por medio de porcentajes mientras que los datos numéricos fueron a través de estadística descriptiva. Los resultados indicaron que los productores siembran bajo temporal en el ciclo primavera-verano con un sistema de labranza tradicional. El principal cultivo que se siembra es el maíz, el cual en la mayoría de ocasiones se asocia con la calabaza. El número de hectáreas sembradas difiere por cada productor teniendo de 2 a 27, de las cuales en promedio se pierde un 73% por sequías. Por otro lado, el 96% de la maleza que se presenta es de hoja ancha y el resto de hoja delgada, estas se controlan tanto de forma manual (76%) como química (24%). La plaga que más afecta al cultivo de maíz es el gusano cogollero (59%), el cual no se controla en la mayoría de los casos (85%). Al momento de la cosecha de maíz, el 48% de productores conservan su producción en rastrojeras. En conclusión, es necesario la asesoría sobre captación de agua y uso eficiente de la misma y diagnóstico nutricional, así como manejo integrado de plagas.

ABSTRACT

The objective of the work was to carry out a diagnosis on the agricultural production processes of Bustamante, Tamaulipas. 46 random surveys were carried out trying to make the sampling representative of the region. The categorical data were projected through percentages, while the numerical data were through descriptive statistics. The results indicated that producers sow in season rain in the spring-summer cycle with a traditional tillage system. The main crop that is planted is corn, which in most cases is associated with pumpkin seed. The number of hectares planted differs for each producer, ranging from 2 to 27, of which on average 73% is lost due to drought. On the other hand, 96% of the weeds presented are broad-leaved and the rest are thin-leaved, these are controlled both manually (76%) and chemically (24%). The pest that most affects the corn crop is the armyworm (59%), which is not controlled in most cases (85%). When the corn is harvested, 48% of producers keep their production in stubble pile. In conclusion, it is necessary to provide advice on water catchment and its efficient use, as well as nutritional diagnosis and integrated pest management.

INTRODUCCIÓN

En México los conquistadores impulsaron la agricultura como un asunto de sobrevivencia. Desde entonces la agricultura mexicana ha evolucionado entre diferentes sistemas y formas de producción (Mena & Ramírez, 2014), siendo considerada como una de las actividades económicas de mayor importancia, ya que genera gran cantidad de empleos y de ésta depende la alimentación primaria de millones de personas, el incremento de la población productiva, la preservación y cuidado del entorno, a pesar de que represente tan solo un pequeño porcentaje de PIB de México (4 %) (FAO, 2020). Existen tres zonas del país de donde proceden los productos agrícolas: las zonas tropicales del Golfo y Chiapas, las tierras irrigadas del norte y noroeste, y la zona del Bajío, región del centro. De la producción agropecuaria y pesquera, el 91.6% de toneladas es producido por lo agrícola generando 641 mil millones de pesos en una superficie de 24.6 millones de hectáreas. Así mismo 5.9 millones de personas intervienen en las actividades de preparación y cosecha de la tierra. Del total de áreas cultivables, el 44% es sembrada con maíz, frijol, sorgo o trigo (SIAP, 2019). Sin embargo, el aumento de la población y el consumo están generando demandas sin precedentes sobre la agricultura y los recursos naturales (Christophersen, 2017). Por otro lado, a pesar de que los granos son importantes y representan la mitad de la producción agrícola, la creciente población de México ha convertido al país en un importador neto. Los métodos de cultivo tradicionales de pequeñas parcelas trabajadas por familias y comunidades pequeñas siguen dominando en muchas regiones. En estas zonas, los principales cultivos son el maíz, el frijol y la calabaza, como en el periodo mesoamericano. Muchos campesinos subsisten gracias a la agricultura de autoconsumo y ganan dinero mediante la venta de los excedentes de sus cultivos en los mercados locales. En lo que respecta la agricultura, en el estado de Tamaulipas tiene una antigüedad mayor a los 3,000 años y posee una amplia diversidad agroecológica, lo que favorece la producción agrícola bajo formas y procedimientos productivos con diferentes grados de tecnificación y rendimientos muy variables (Smith, 1997). Es por ello que el objetivo de la investigación fue determinar los procesos que se llevan a cabo en la producción agrícola del municipio de Bustamante.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el municipio de Bustamante, encontrándose en las coordenadas 23º26’08’’ latitud Norte y 99º45’31’’ longitud Oeste y una altitud de 1713 msnm. Presenta dos tipos de climas subhumedo y semicálido seco. La temperatura media anual es de 18º C, con temperaturas mínimas de 0º C y máximas de 36º C y precipitación pluvial de 470 milímetros anuales. Utilizando la metodología de Rojas, (1976) de una población de 173 productores, se tomó una muestra de 46 encuestas de forma aleatoria en 13 localidades del municipio de Bustamante (Las Albercas, San José de las Flores, La Joya de Herrera, El Macuate, La Higuera, Las Antonias, Gabino Vázquez, Magdaleno Aguilar, El aguacate, Bustamante, Felipe Ángeles, El Caracol y San Miguel de Waldo) las cuales fueron consideradas como de mayor marginación. Se utilizó la aplicación DESARROLLO RURAL desarrollada por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para dispositivos con sistema operativo Android, tomando datos de interés agronómico como la caracterización de la unidad de producción y caracterización del cultivo agrícola. Al finalizar la encuesta se procedió a guardar la información en una base de datos para después desencriptarla en formato de Excel. Luego se procedió a clasificar la información en datos categóricos y numéricos. Los datos numéricos se identificaron a través de siglas. Con los datos obtenidos se procedió a realizar gráficos de barras en cuestión de datos categóricos, estadística descriptiva. El software utilizado fue Excel versión 2019.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo que respecta a la estadística descriptiva (Cuadro 1), hubo mayor variación en costo de almacenamiento, esto pudo deberse a la capacidad de inversión de cada productor para proteger su cosecha. Del total de la superficie que tienen los productores, el 78% se destinó para la siembra, siendo el 58% mecanizado y el 42% no mecanizado. Cuando la cosecha en el ciclo anterior no es favorable o no hubo producción, los productores requieren comprar semilla para la siembra a los vecinos, teniendo un costo entre $5.5 y $20 por kilogramo. Se presentó variación en la cantidad de semilla que utilizan por hectárea, lo cual puede estar relacionado con la experiencia de cada productor y la asociación de algún otro cultivo al momento de la siembra. En el desarrollo del cultivo, el 66% de las tierras sembradas se ven afectadas por algún siniestro, lo que implica la destrucción de cultivos, o bien la generación de daños con repercusiones directas en el nivel y la calidad de la producción (Trenberth, 2008). Por otra parte, el precio mínimo por jornal por día fue $0 debido a que el 54% de los productores encuestados son apoyados por sus familiares en las actividades agrícolas y no reciben un sueldo. La cantidad de jornales varió de acuerdo a la actividad y superficie sembrada. El precio de pesticidas tuvo una diferencia de $100 en cuestión de herbicidas y $164 en plaguicidas pudiéndose deberse al tipo de producto, la marca y a la sucursal de donde se obtuvo.

Cuadro 1. Estadística descriptiva de variables involucradas en la producción agrícola

Parámetro	$\bar{x}$	Sd	Max	Min
Superficie total (ha)	10.1	14.3	100	2
Años de recibir asistencia técnica	0.5	1.1	6	0
Superficie sembrada (ha)	7.9	4.9	27	2
Superficie mecanizada (ha)	4.6	5.0	19	0
Superficie no mecanizada (ha)	3.3	4.7	20	0
Superficie siniestrada (ha)	5.2	3.6	15	0
Precio de kg de semilla	11.0	3.2	20.0	5.5
Cantidad de semilla (Kg ha^{-1})	19.0	11.9	70	8
Precio de jornal por día	131.4	38.5	200	0
Número de jornales	2.9	2.4	10	1
Costo de herbicidas	161.3	38.8	200	100
Costo de plaguicidas	221.8	64.7	300	136
Costo de almacenamiento	362.0	750.8	3000	0

$\bar{x}$: media, Sd: desviación estándar, Max: máximo, Min: mínimo.

La mitad de la tierra que se tiene es ejidal, además el 89% de los productores trabajan en su propio terreno, siendo plano (59%) en la mayoría de los casos. Por otro lado, cuando surge algún problema en el cultivo, el 91% de las asesorías provienen de otro productor, las cuales se dan por experiencia empírica y el resto por un técnico que puede ser privado (7%), de gobierno (26%) o el proveedor de insumos (67.4%). Para las actividades productivas del cultivo, el 91% de los agricultores usan su propio dinero, el 7% piden préstamos y el 2% los apoyan otros familiares, este último presentó bajo porcentaje pudiéndose deberse a la escasez recursos económicos. En cuestión de los productores que utilizan maquinaria, la mayor dificultad fueron los costos para el manejo de su cultivo, limitando así la rentabilidad

del mismo (Figura 1). Lo anterior, pudiera deberse a que no se obtienen los volúmenes de cosecha deseados y no se generan ingresos suficientes para pagar, lo que hace difícil la posibilidad de adquirir insumos o maquinaria por no contar con los recursos económicos necesarios (Ayala-Garay et al., 2014).

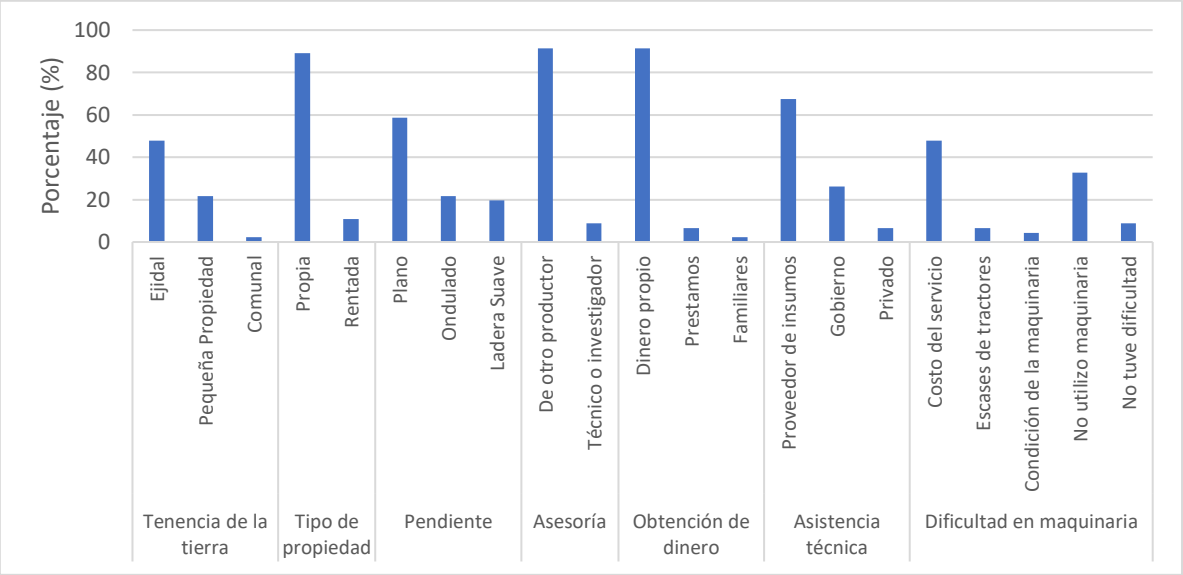


Figura 1. Variables referentes al terreno

La siembra se realiza en temporal en el ciclo primavera-verano, lo que quiere decir que no tienen un sistema de riego definido, así mismo utilizan un sistema de labranza tradicional consistiendo en barbecho, rastra y surcado. El principal cultivo que se siembra es el maíz de color blanco (98%). Por otro lado, solo el 2% de los agricultores han sembrado sorgo y 2% frijol. Además, el 95% siembran el maíz asociado con calabaza, aunque también añaden frijol a los dos cultivos anteriores, esto permite la disminución de malezas debido al área ocupada por los cultivos. Sin embargo, aunque los rendimientos de cada especie pueden ser menores a los que se lograrían sembrando un solo cultivo, la combinación de ambos rendimientos puede ser mayor por unidad de área, presentando más eficiencia en el uso de recursos económicos, mano de obra, tierra, agua, nutrientes y luz (Vélez-Vargas et al., 2007).

En lo que respecta el cultivo de maíz, por un lado, el 61% de los productores utilizan semilla propia, la cual fue seleccionada en un ciclo anterior por tamaño (70%), llenado de mazorca (26%), color (2%) o sin seleccionar se deja guardado cierta cantidad de semilla (2%). Por otra parte, en la presiembra no se aplican tratamientos a la semilla y la siembra se realiza colocando las semillas en surcos (96%) y al voleo (4%). En cuestión de la fertilización, nunca se han realizado análisis de suelo para fertilizar y no aplican fertilizantes minerales ni orgánicos.

A la cosecha se hace el moneo, posteriormente se acarrea las plantas a la casa del productor donde se van tomando las mazorcas necesarias para consumo humano, las cuales se desgranan de forma manual y de la misma manera pasa con el forraje para la alimentación

de los animales. Los granos que se sembraran en el siguiente ciclo se almacenan en rastrojeras, tambos, herméticos, tapancos, costales o debajo de un techo (Figura 2).

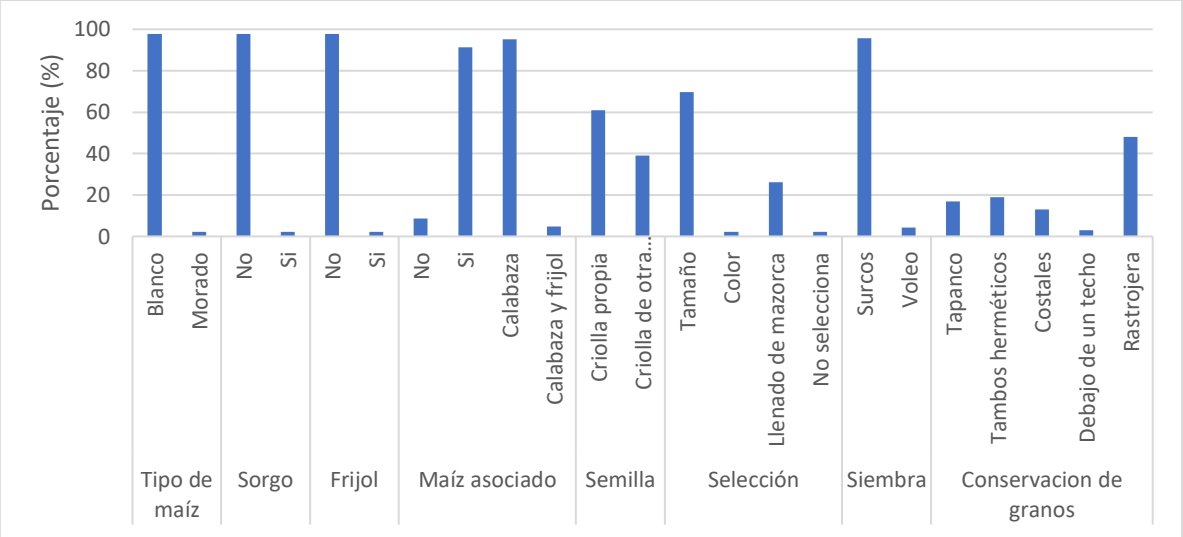


Figura 2. Variables enfocadas al cultivo

Los cultivos que se establecen en campo abierto siempre están propensos a factores bióticos y abióticos adversos. El 73% de los cultivos se pierde por sequías. Siendo este un factor originado por el entorno ambiental que es difícil de mitigar, dado que no existen mecanismos fiables para modificar las condiciones climáticas o reducir sus variaciones (Rosenzweig et al., 2001). Las malezas que más se presentan son de hoja ancha, las cuales prefieren controlarlas de forma manual debido a que la calabaza presenta el mismo tipo de hoja y los herbicidas selectivos la dañarían. Las plagas no las controlan la mayoría de productores (83%), siendo las que más se presentan el gusano cogollero seguido del chapulín, pulgón y medidor. El gusano cogollero es la principal plaga del maíz en América, pudiendo dañar el cultivo y reduciendo su producción desde un 20% hasta la pérdida total (Del-Rincón-Castro, Lozano, & Ibarra, 2006). Esto puede deberse a que su inversión en el control no asegura la producción final debido a los demás factores. En cuestión de enfermedades no se registran daños, pudiendo deberse a que las condiciones no son propicias para su desarrollo (Rivera, 1999) .

CONCLUSIÓNES

Es necesario el asesoramiento sobre la producción de estos cultivos en el aspecto de variedades, nutrición mineral, control de plagas y metodologías para la captación y el uso eficiente del agua. Además, se requiere explorar la diversificación de cultivos adaptados a la zona para poder rotarlos.

REFERENCIAS

Ayala-Garay, A. V., Rivas-Valencia, P., Cortes-Espinoza, L., de la O-Olán, M., Escobedo-López, D., & Espitia-Rangel, E. (2014). La rentabilidad del cultivo de amaranto (Amaranthus spp.) en la región

centro de México. *Ciencia Ergo Sum*, *1*(1), 47–54.

Christophersen, T. (2017). La agricultura en el siglo XXI: un nuevo paisaje para la gente, la alimentación y la naturalez. Retrieved March 30, 2020, from Organización de las Naciones Unidas website: http://www.onu.org.mx/la-agricultura-en-el-siglo-xxi-un-nuevo-paisaje-para-la-gente-la-alimentacion-y-la-naturaleza/

Del-Rincón-Castro, M. C., Lozano, J. M., & Ibarra, J. E. (2006). Caracterización de cepas nativas de Bacillus thuringiensis con actividad insecticida hacia el gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae). *Folia Entomológica Mexicana*, *45*(2), 157–164.

FAO. (2020). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: México en una mirada | FAO en México | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Retrieved March 30, 2020, from http://www.fao.org/mexico/fao-en-mexico/mexico-en-una-mirada/es/

Mena, M. S., & Ramírez, M. M. (2014). *Panorama de la agricultura en México* (Primera ed). Retrieved from https://books.google.com.mx/books?id=7u3hBAAAQBAJ&pg=PT2&dq=agricultura+en+mexico&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjYuvvwu8LoAhVBcq0KHe_NBysQ6AEILjAB#v=onepage&q=agricultura en mexico&f=false

Rivera Coto, G. (1999). *Conceptos introductorios a la fitopatología*. San Jose, Costa Rica: Editorial Universidad a Distancia.

Rojas, S. R. (1976). *Guía para realizar investigaciones sociales* (Primera ed). México: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Autónoma de México.

Rosenzweig, C., Iglesius, A., Yang, X. B., Epstein, P., & Chivian, E. (2001). Climate change and extreme weather events - Implications for food production, plant diseases, and pests. *Global Change & Human Health* , *2*(2), 90–104. Retrieved from https://digitalcommons.unl.edu/nasapub/24

SIAP. (2019). *Panorama agroalimentario, un campo productivo, inclusivo y sustentable para alimentar a méxico* (Primera ed). Ciudad de México, México.

Smith, B. D. (1997). Reconsidering the Ocampo Caves and the Era of Incipient Cultivation in Mesoamerica. *Latin American Antiquity*, *8*(4), 342–383. https://doi.org/10.2307/972107

Trenberth, K. E. (2008). The Impact of Climate Change and Variability on Heavy Precipitation, Floods, and Droughts. In *Encyclopedia of Hydrological Sciences*. https://doi.org/10.1002/0470848944.hsa211

Vélez-Vargas, L. D., Clavijo-Porras, J., & Ligarreto-Moreno, G. A. (2007). ANÁLISIS ECOFISIOLÓGICO DEL CULTIVO ASOCIADO MAÍZ (Zea mays L.) - FRÍJOL VOLUBLE (Phaselus vulgaris L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía -Medellín*, *60*(2), 3965–3984. Retrieved from https://www.redalyc.org/pdf/1799/179914078008.pdf

RENTABILIDAD DE LA VARIEDAD DE TAMARINDO COLIMA 204 PARA EL TRÓPICO SECO DE MÉXICO.

PROFITABILITY OF THE VARIETY OF TAMARINDO COLIMA 204 FOR THE DRY TROPIC OF MEXICO.

Borja-Bravo, Mercedes[1*]; Venancio Cuevas Reyes[2], Alejandra Vélez Izquierdo[3], Blanca Isabel Sánchez Toledano[4] y José Antonio Espinosa García[3]

[1]Campo Experimental Pabellón, INIFAP. Km. 32.5 carr. Ags- Zac., Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. [2]Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Carretera Texcoco-los Reyes Km.13.5, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México. [3]Centro de Investigación Disciplinaria de Fisiología Animal, INIFAP. Km. 1, Carretera a Colón, Col. Ajuchitlán Colón, Querétaro. [4]Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Kilómetro 24.5 Carretera, Zacatecas - Fresnillo, Zacatecas. *Autor responsable: borja.mercedes@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo de este trabajo consistió en realizar una evaluación financiera de una plantación de tamarindo que utiliza la variedad Colima 204 y una plantación con semilla criolla con la finalidad de comparar la rentabilidad entre ambos tipos de semilla y contar con información económica para la decisión de adopción del tipo de semilla. Se utilizó la metodología de evaluación financiera de proyectos agrícolas de largo plazo, la información fue obtenida de 18 productores que cuentan con plantaciones de ambos tipos de semilla. El costo de establecimiento de la variedad respecto a la semilla criolla es mayor en 26 %, atribuible a una mayor densidad de planta por hectárea. Sin embargo, genera aumentos de cerca de 50 % en rendimiento y aumentos de 74.3 % en el ingreso neto y 75 % en la rentabilidad del productor. Además, con la variedad se obtiene un producto de mejor calidad y tamaño. Se concluye que el uso de la variedad Colima 204 en las plantaciones de tamarindo es una opción viable económicamente que les permitirá obtener mejores ganancias a los productores.

ABSTRACT

The aim of this work was to carry out a financial evaluation of a tamarind plantation that uses the Colima 204 variety and a plantation with Creole seed in order to compare the profitability between both types of seed and to have economic information for the decision of adoption the type of seed. The financial evaluation methodology of long-term agricultural projects was used; the information was obtained from 18 producers who have plantations of both types of seed. The cost of establishing the variety with respect to the native seed is 26 % higher, attributable to a higher plant density per hectare, however, it generates increases of about 50 % in yield, and increases of 74.3 % in net income and 75 % in the profitability of the producer. In addition, with the variety a product of better quality and size is obtained. It is concluded that the use of

the Colima 204 variety in tamarind plantations is an economically viable option that will allow producers to obtain better profits.

INTRODUCCIÓN

El tamarindo es un fruto originario de África tropical y pertenece a la familia de las Fabáceas. Este fruto puede encontrarse en forma silvestre y cultivado en todas las regiones de trópico seco, las cuales se identifican por tener estaciones secas de larga duración y épocas de lluvias corta. El tamarindo es un frutal altamente rústico, ya que puede prosperar en suelos pobres o marginados con poco o nada de riego y con cuidados mínimos en relación a otros frutales tropicales (Orozco-Santos *et al.,* 2014). Pese a que es un cultivo estacional, se puede encontrar en el mercado durante todo el año. El tamarindo tiene diversos usos, por ejemplo, con el fruto se elabora agua fresca, dulces y es un ingrediente en la gastronomía (Pedrero, 2008). Las hojas, flores, ramas, corteza y raíces son utilizadas para fines medicinales en algunos países (Gustad *et al*., 2004). El fruto y las hojas se utilizan en la industria por sus cualidades como goma espesante y polisacárido (Zhao *et al*., 2005). De igual manera, en los sistemas agroforestales y silvopastoriles las hojas se utilizan como forraje para el ganado (Koffi y Diarrassouba, 2009).

A nivel nacional, Colima se distingue como el segundo estado productor de tamarindo, en el 2019 se registró una superficie plantada de 1,950.8 ha, de las cuales se obtuvo una producción de 11,439 t, que representó el 23.9% de la producción nacional. El rendimiento del frutal en la entidad es de los más altos a nivel nacional (6.15 t ha^{-1}) y está asociado a las condiciones climáticas y biológicas que prevalecen en la región productora (SIAP, 2019).

Actualmente, el tamarindo es una alternativa económica para los productores del trópico seco al generar una importante derrama económica en la región y es una fuente de empleos. La región tropical seca del Pacifico-Centro, que abarca los estados de Colima y Jalisco es la más tecnificada en el cultivo del tamarindo en el país y la mayoría de los huertos se manejan de manera intensiva mediante prácticas de riego, nutrición, poda y control de enfermedades, plagas y malezas, así como el uso de plantas injertadas (Orozco-Santos *et al.,* 2014). Sin embargo, entre los problemas que suele presentar el cultivo es la inestabilidad en el rendimiento y la heterogeneidad en la forma y tamaño de frutos, debido a la existencia de huertas establecidas con plantas criollas y la falta de un manejo agronómico adecuado. Ante la problemática anterior, el Campo Experimental Tecomán (CETEC) ubicado en el estado de Colima y perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el 2013 generó una variedad de tamarindo denominada “Colima 204, la cual se caracteriza por su precocidad y productividad y se complementa con el establecimiento de altas densidades de este cultivo y un manejo adecuado (Orozco-Santos,

2014). La finalidad de generar una variedad de tamarindo fue proporcionar a los productores elementos para lograr una producción sustentable y económicamente rentable del frutal. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo consistió en realizar una evaluación financiera de una plantación de tamarindo que utiliza la variedad Colima 204 y una plantación con semilla criolla con la finalidad de comparar la rentabilidad entre ambos tipos de semilla y contar con información económica para la decisión de adopción del tipo de semilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la zona productora de tamarindo en el estado de Colima, que incluye los municipios de Colima, Tecomán, Coquimatlan, Ixtlahuacán y Villa de Álvarez. Esta región se caracteriza por presentar latitudes en un rango de 0 a 1200 m sobre el nivel del mar (msnm); el clima es tropical con lluvias en verano y seco estepario, tiene una precipitación promedio anual de 924 mm y las temperaturas oscilan entre los 8 y 39.9°C durante el año (INEGI, 2017). Para estimar la rentabilidad de la variedad de tamarindo "Colima 204" y de plantaciones criollas se aplicó la metodología de evaluación financiera a proyectos de tipo agrícola a largo plazo (Gittinger, 1982). En la evaluación financiera se estimó el Flujo de costos de producción (FC) y el Flujo de ingresos (FI) para un horizonte de tiempo de 20 años, ya que es el periodo en el que la plantación logra estabilizar la producción. Para la estimación de los costos de producción se utilizaron las siguientes fórmulas (Espinosa-García *et al.,* 2015):

$$FC = TCoE_1 + \left(\sum_{i=1}^{N=20} CoFP + CoVP \right)$$

Dónde: TCoE= costo total de establecimiento de la plantación en el año 1, calculado por la sumatoria de la cantidad utilizada de los insumos para el establecimiento de una ha de tamarindo por su respectivo precio promedio de mercado en 2019; CoFP= costo fijo de producción del año uno al año 20, calculado por la sumatoria de los costos de depreciación de la plantación (TCoE menos el valor de rescate, entre los 20 años de vida útil); y CoVP= costo variable de producción del año uno al año 20, calculado por la sumatoria de las diferentes cantidades de insumos para la operación y mantenimiento de la plantación por su respectivo precio promedio de mercado.

El Flujo de ingresos se estimó utilizando información sobre el precio de venta del productor de tamarindo (*Px*) y el rendimiento obtenido de fruta (*Rx)* en una ha. Matemáticamente, el flujo de ingresos se obtiene con la siguiente formula:

$$FI = \left(\sum_{i=1}^{n=20} Px * Rx \right)$$

Los costos de producción e ingresos corresponden al periodo de vida del proyecto, por lo cual se llevaron a valor presente aplicando una tasa de actualización de 9.5 %. Finalmente, se estimó el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio Costo (R B/C).

La información utilizada en el análisis se obtuvo de 18 productores de tamarindo que tienen establecida la variedad Colima 204 en sus plantaciones y que también tienen plantaciones con tamarindo criollo. Para la recopilación de los datos se diseñó un formato de registro sobre los costos de establecimiento y costos de mantenimiento para una hectárea de tamarindo, considerando las actividades y prácticas que realizan los productores. También se recopiló información sobre precios de venta del productor y rendimiento por hectárea. El registro de la información se realizó durante los meses de julio a septiembre de 2019.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El establecimiento de una huerta de tamarindo de una hectárea con la variedad 204 fue de $25,238 incluido el sistema de riego. El costo de establecimiento es mayor comparado con el de una huerta de plantas de tamarindo criollo, porque implica una mayor densidad de plantas (Cuadro 1). En los sistemas de plantación de tamarindos criollos la densidad de planta es de 100 árboles por ha; mientras que, con la variedad Colima 204 se recomienda de 185 a 158 árboles por ha; sumado a la mayor cantidad de plantas, el precio de los árboles es mayor, ya que un árbol de la variedad Colima 204 tiene un valor de $55 y el de semilla criolla $25 (Orozco-Santos, 2014).

Cuadro 1. Costos de producción inicial y mantenimiento de dos tipos de semillas de tamarindo en Colima.

Concepto	Tamarindo criollo	Colima 204
	$ ha^{-1}	
Establecimiento de la plantación	18,641	25,238
Mantenimiento de la huerta		
Costos variables	24,033	26,426
Costos fijos	2,228	2,756
Costo de producción	26,261	29,181

Fuente: Información obtenida en campo, 2019.

El costo de producción correspondiente al mantenimiento de una huerta productiva de tamarindo criollo fue, en promedio, de $26,261 ha^{-1} y de $29,181 ha^{-1} para Colima 204 (Cuadro 1). La diferencia en los costos de producción en esta etapa del cultivo se atribuye al uso de

fertilizantes, podas y control de plagas y malezas adecuados; estas prácticas son recomendadas para que la variedad exprese su máximo potencial de rendimiento. Cabe mencionar que, en el caso de los sistemas de producción criollo hay productores que no realizan ningún manejo a las plantaciones, por lo que el costo de producción puede ser más bajo; sin embargo, la calidad y rendimiento de la fruta son bajos y afectan el precio e ingreso de los productores.

Para estimar el flujo de ingresos se requirió del rendimiento y precio de venta del fruto. En el sistema de plantación de tamarindo de la variedad Colima 204 se obtuvo un rendimiento de 8.8 t ha^{-1}, es decir, 2.9 toneladas más que en el sistema de tamarindo criollo, lo significó un incremento de 49% en la producción (Cuadro 2). El aumento en el rendimiento es uno de los indicios del aumento en la productividad del cultivo, pero esta se reafirma al analizar el costo unitario, como se observa en el Cuadro 2. A un productor le cuesta $3,316 el producir una tonelada de tamarindo con la variedad Colima 204 y $4,451 con planta criolla; es decir, el costo unitario es mayor en 33% en las plantaciones de criollos. Aun cuando en las plantaciones con Colima 204 es mayor, el incremento en el rendimiento permitió cubrir los costos de producción.

En el sistema de criollos, los productores obtuvieron un ingreso bruto de 65.4 mil \$ ha^{-1}; mientras que, con la variedad Colima 204, el ingreso por ha fue de 97.5 mil \$ ha^{-1}, lo que significó un incremento en el ingreso neto 74.3 %, que equivale a $29,171 ha (Cuadro 2).

Cuadro 2. Costo unitario e ingreso de tamarindo criollo y la variedad Colima 204.

Variable	Tamarindo criollo	Colima 204	Diferencia
Costo unitario (\$ t^{-1})	4,451	3,316	-1,135
Rendimiento (t ha^{-1})	5.9	8.8	2.9
Precio de venta (\$ t^{-1})	11,086	11,086	0
Ingreso Bruto (\$ ha^{-1})	65,407	97,557	32,150
Ingreso Neto (\$ ha^{-1})	39,146	68,376	29,171

Fuente: Elaborado con datos obtenidos en campo, 2019.

En el Cuadro 3 se observan los indicadores de rentabilidad del cultivo, en ambos sistemas de tamarindo se obtuvo un VAN mayor a cero, lo que indica que la producción de tamarindo genera ganancias, pero al ser el VAN mayor en el sistema de plantación de Colima 204, se deduce que es una mejor inversión porque deja mejores beneficios económicos. De la misma forma, en ambos sistemas de plantación, la TIR resultó ser mayor a la tasa de descuento de 9.5%; sin embargo, la TIR de Colima 204 fue mayor que la del tamarindo criollo, situación que hace que la inversión en una plantación con la variedad sea más conveniente y rentable.

Cuadro 3. Indicadores de rentabilidad y factibilidad económica

Indicador	Tamarindo criollo	Colima 204
VAN	$179,503	$388,110
Relación B/C	1.92	2.67
TIR (%)	26	41

Fuente: Elaboración propia

El indicador de la Relación B/C fue mayor para la plantación de Colima 204 y se interpreta que, por cada peso invertido por un productor en la producción de tamarindo, recibirá $1.67 de ganancia; mientras que la plantación que maneja semilla criolla la ganancia será de 92 centavos por cada peso invertido. En suma, la inversión en la producción de tamarindo utilizando la variedad Colima 204 es más rentable que con el uso de árboles derivados de semilla criolla; por lo cual la transferencia de tecnología, capacitación y asesoría técnica a productores son primordiales para fomentar el uso de la variedad.

CONCLUSIONES

El establecimiento de huertas con la variedad de tamarindo Colima 204 para el trópico seco de México requiere de un manejo agronómico integrado, lo cual eleva los costos de producción, mismos que se recuperan con el incremento del 49% en los rendimientos, además de obtener un producto de mejor tamaño y calidad, y se disminuye la alternancia en la producción. En el aspecto económico, una hectárea plantada con la variedad Colima 204 incrementa el ingreso neto del productor en 74.3%. Financieramente, representa la opción más rentable y viable para invertir; así mismo, la rentabilidad del cultivo se eleva en un 75%. Por lo anterior, es recomendable difundir el uso de la variedad entre los productores, así como las prácticas para su manejo.

REFERENCIAS

Espinosa-García, J. A.; Uresti-Gil, J.; Vélez-Izquierdo, A.; Moctezuma-López, G.; Inurreta-Aguirre, H. D. y Góngora-González, S. F. 2015. Productividad y rentabilidad potencial del cacao (*Theobroma cacao* L.) en el trópico mexicano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. *6* (5):1051-1063.

Gittinger, J. P. 1982. Análisis económico de proyectos agrícolas. Instituto de Desarrollo Económico (IDE). Banco Mundial. Tecnos, Madrid, España. 241 p.

Gustad, G.; Dhillion, S. S. and Sidibé, D. 2004. Local use and cultural and economic value of products from trees in the parklands of the municipality of Cinzana, Mali. Econ. Bot. 58(4): 578-587.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2017. Mapa digital de México. Disponible en: http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIxLjkxMDUyLGxvbjotMTAwLjMzMzI4LHo6NCxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=. Consultado en febrero de 2018.

Koffi, K. E. and Diarrassouba, N. 2009. Socio-economic values of tamarind (Tamarindus indica L.) and nerid (Parkia biglobosa Benth) resources in Cote d'Ivore. In: Jaenicke, P. (Eds.). Proc. IS on underutilized plants. Acta Hort. 806:533-538.

Orozco-Santos, M. 2014. Colima 204, nueva variedad de tamarindo para el trópico seco de México. Desplegable para productores No. 4. Campo Experimental Tecomán, CIRPAC, INIFAP.

Orozco-Santos, M.; García-Mariscal, K.; Hernández-Fuentes, Hernández-Fuentes, L. M.; Velázquez-Monreal, J. J.; Bermúdez-Guzmán, M. J.; Robles-Gonzalez, M. M.; Manzanilla-Ramírez, M. A.; Manzo-Sánchez, G. y Nieto- Ángel, D.2014. Biología y manejo integrado del barrenador del fruto (*Caryedon serratus* OLIVER) en el cultivo de tamarindo. Folleto técnico No.1. Campo Experimental Tecomán, CIRPAC, INIFAP. 29 p. https://pdfs.semanticscholar.org/d6ae/94e543854a70527d4336222f6fe5c53f8e09.pdf

Pedrero, N. G. 2008. La vida cotidiana de tres mujeres tabasqueñas en la finca "Las Mercedes" en la primera mitad del siglo XX. Contribuciones desde Coatepec. (014): 85-118.

SIAP (Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Producción agrícola: Cierre de la producción agrícola. Disponible en: http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/. Consultado en julio de 2020.

Zhao, Y.; Yang, S. and Li, K. 2005. Compressive utilization of Tamarindus indica Linn. Chemistry & Industry of Forest Products. (2).

MÁRGENES DE COMERCIALIZACIÓN DE CHILE VERDE EN LA REGIÓN NORTE CENTRO DE MÉXICO.

MARKETING MARGINS OF GREEN CHILI IN THE NORTH CENTRAL REGION OF MEXICO.

Borja-Bravo, Mercedes[1*]; José Manuel López Olivares[2], Sergio Arellano Arciniega[1], Julio Cesar Moreno Castillo[2] y Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico[3].

[1]Campo Experimental Pabellón, INIFAP. Km. 32.5 carr. Ags- Zac., Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. [2] Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes (UTNA). Av. Universidad No. 1001, La Estación Rincón, Rincón de Romos, Aguascalientes. [3]Campo Experimental las Huastecas- INIFAP. Km. 55 carr. Tampico-Mante, Estación Cuauhtémoc, Tamaulipas. [*]Autor responsable: borja.mercedes@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue estimar los márgenes de comercialización de chile verde en las rutas comerciales representativas de Aguascalientes, Zacatecas y Durango. Se calcularon los márgenes absolutos del mayorista, detallista y total, la participación del precio al productor en el precio final y los márgenes relativos del mayorista y detallista. El chile verde que más se produce en los tres estados es el tipo Poblano, seguido del Jalapeño. La producción de chile verde en Aguascalientes y Durango es para abastecimiento de sus mercados locales y Zacatecas distribuye a otros estados. El chile Poblano obtuvo el mayor precio pagado al productor en Durango y el menor en Zacatecas. El productor de chile verde recibe el 26.8% del precio final, el mayorista el 28.4 % y el detallista el 44.8%. Los productores deben buscar mecanismos que les permitan ampliar la participación en el precio final del producto.

ABSTRACT

The goal of the work was to estimate the marketing margins of green chili in the representative trade routes of Aguascalientes, Zacatecas and Durango. The absolute margins of the wholesaler, retailer and total, the participation of the producer price in the final price and the relative margins of the wholesaler and retailer were calculated. The green chili that is most produced in the three states is the Poblano type, followed by Jalapeño. Green chili production in Aguascalientes and Durango is for the supply of their local markets and Zacatecas distributes to other states. The Poblano pepper obtained the highest price paid to the producer in Durango and the lowest in Zacatecas. The green chili producer receives 26.8% of the final price, the wholesaler 28.4% and the retailer 44.8%. Producers must seek mechanisms that allow them to expand their participation in the final price of the product.

INTRODUCCION

El cultivo de chile en México tiene importancia social y económica por su amplia distribución, su producción genera empleos, es un producto de exportación y tiene un consumo cada vez más generalizado (Castellón-Martínez *et al*., 2012). México tiene una amplia diversidad de chiles entre los cuales destacan 22 clases de chiles verdes y 12 de chile seco (Caro *et al.*, 2014).

Los estados Aguascalientes, Zacatecas y Durango están ubicados en la región centro norte del país, durante el 2019, la superficie sembrada para chile en estos tres estados sumó 40,520 ha que representaron el 27% de la superficie nacional sembrada. Para ese mismo año, la producción de los tres estados fue de 525.3 mil toneladas equivalentes al 16% de la producción nacional y se obtuvo un valor comercial del producto por más de 5,042 millones de pesos (SIAP, 2019). Durango se especializa en la producción de chiles verdes para el consumo directo y la industria, se caracteriza por utilizar tecnología alta; mientras que, Aguascalientes y Zacatecas son menos especializados y utilizan tecnología media, gran parte de la producción se destina al secado (Caro *et al*., 2014). Con respecto al chile verde, las clases de chile que se cultivan en estos estados son el jalapeño, poblano, Anaheim, güeros y serrano (SIAP, 2010; Caro *et al*., 2014).

La comercialización de un producto agrícola representa uno de los problemas más frecuentes para los productores. Esta actividad constituye el proceso por el cual los productos se llevan desde el productor hasta el consumidor e involucra alimentos, materias primas, insumos, bienes y servicios, para lograr una coordinación (Troncoso y Lobos, 2004). Esta parte del proceso es de importancia, ya que a través de ella los productores logran mantener o incrementar su competitividad en el mercado (Martínez *et al.,* 2013).

De lo anterior se deriva la importancia de analizar el proceso de comercialización, los agentes económicos que participan en la cadena y las funciones que cumplen en la intermediación, ya que la eficiencia económica que se mantenga en el proceso de distribución influirá en el posicionamiento que tenga el producto en el mercado y en la distribución equitativa de las ganancias obtenidas por los actores. El objetivo de este trabajo fue estimar los márgenes de comercialización de chile verde en las rutas comerciales representativas de los estados de Aguascalientes, Zacatecas y Durango.

MATERIALES Y METODOS

Se calcularon los márgenes de comercialización para las diferentes rutas de comercialización del chile verde en Aguascalientes, Durango y Zacatecas. Se estimó el margen absoluto que

es la diferencia del precio de venta al consumidor menos el valor equivalente pagado al agricultor. Con base a Caldentey (1979), los márgenes absolutos del mayorista, detallista y total, se calcularon de la siguiente manera:

$$M_m = PM_i - PP_i$$

$$M_d = PC_i - PM_i$$

$$M_c = PC_i - PPi$$

Donde M_m es el margen del mayorista; M_d es el margen del detallista; M_c el margen total de comercialización; PC_i es el precio al consumidor del producto *i;* PM_i es el precio al mayoreo del producto *i*; PP_i es el precio recibido por el productor por el producto *i*; y CC_i es el costo de comercialización del producto *i*.

Posteriormente, se calculó el margen relativo que se refiere al porcentaje que resulta de dividir el margen absoluto entre el precio de venta al consumidor. Con la finalidad de observar la participación del productor, del mayorista y detallista en el precio al consumidor, se calculó la participación que el precio al productor tiene en el precio final y los márgenes relativos del mayorista y detallista, esto es:

$$PP_p = \left(\frac{PP_i}{PC_i}\right) x100$$

$$MR_m = \left(\frac{Mm}{Pc}\right) x\ 100$$

$$MR_d = \left(\frac{Md}{Pc}\right) x\ 100$$

Donde PP_p es la participación de precio al productor en el precio al consumidor; *MRm* es el margen del mayorista y MR_d es el margen del detallista.

El análisis se realizó con datos obtenidos durante el año 2019; los precios al mayoreo de chile verde y los destinos de comercialización se obtuvieron del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2020). Los precios al productor se obtuvieron del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2019). El precio al consumidor fue monitoreado en las diferentes ciudades consideradas en el trabajo durante los meses de abril a diciembre de 2019.

RESULTADOS Y DISCUSION

El estado de Aguascalientes y Durango comercializan el chile jalapeño y poblano como chiles verdes; mientras que, Zacatecas ofrece una mayor variedad de chiles en fresco, como son el Anaheim, Chilaca, Hungaro, Jalapeño, Poblano y Serrano. Aguascalientes y Durango destinan la producción para el abastecimiento del consumo estatal, es decir, la producción se consume al interior del estado. Por su parte, Zacatecas abastece mercados de los estados de Aguascalientes, Coahuila, Ciudad de México, Durango, Nuevo León y Zacatecas.

En el Cuadro 1 se observan los márgenes absolutos al mayoreo y al detalle de las diversas variedades de chile verde que se comercializan en la región de estudio. En los tres estados se produce, principalmente, el chile verde poblano, la producción de este tipo de chile representa el 19.2% de la superficie sembrada en la región y se producen 171.6 mil toneladas, que son el 32.5% de la producción de chile en los tres estados. Durante el 2019, el precio pagado a productor osciló entre $5 y $10.5 kg y el mejor precio pagado fue en Durango. El jalapeño es otro tipo de chile verde que se produce en los tres estados; este chile se cultiva en menor cantidad comparado con el poblano y tuvo un precio pagado al productor menor. El precio al mayoreo es variable para cada estado, mismo que depende de la distancia que existe desde el lugar de producción hasta las centrales de abasto; así mismo, este precio varía de acuerdo con el tipo de chile verde. El precio al consumidor más alto fue para el chile húngaro al interior de la región de estudio; mientras que el chile serrano fue el de precio al consumidor más alto en el estado de Nuevo León.

Cuadro 1. Márgenes de comercialización de chile verde en el norte centro de México (2019).

Origen	Destino	Tipo de chile	Precios			Margen de comercialización		
			Productor	Mayoreo	Consumidor	Mayoreo	Detallista	Total
				$ kg^{-1}			$ kg^{-1}	
Ags.	Ags.	Jalapeño	$7.40	$14.71	$27.58	$7.31	$12.87	$20.18
Ags.	Ags.	Poblano	$7.06	$15.01	$27.63	$7.95	$12.62	$20.57
Dgo.	Durango	Jalapeño	$5.02	$10.63	$23.15	$5.61	$12.52	$18.13
Dgo.	Durango	Poblano	$10.18	$17.89	$23.73	$7.71	$5.84	$13.55
Zac.	Ags.	Jalapeño	$5.92	$8.50	$27.58	$2.58	$19.08	$21.66
Zac.	Durango	Jalapeño	$5.92	$10.00	$23.15	$4.08	$13.15	$17.23
Zac.	Ags	Húngaro	$7.85	$20.00	$35.00	$12.15	$15.00	$27.15
Zac.	Durango	Húngaro	$7.85	$25.00	$40.00	$17.15	$15.00	$32.15
Zac.	Ags.	Anaheim	$10.35	$13.00	$25.00	$2.65	$12.00	$14.65
Zac.	Ags.	Chilaca	$6.54	$10.00	$18.00	$3.46	$8.00	$11.46
Zac.	Durango	Chilaca	$6.54	$20.00	$25.00	$13.46	$5.00	$18.46
Zac.	Ags.	Serrano	$10.17	$14.00	$29.08	$3.83	$15.08	$18.91
Zac.	Durango	Serrano	$6.54	$18.00	$30.00	$11.46	$12.00	$23.46
Zac.	Ags.	Poblano	$6.54	$11.00	$27.63	$4.46	$16.63	$21.09
Zac.	Durango	Poblano	$6.54	$15.32	$23.73	$8.78	$8.41	$17.19
Zac.	Coahuila	Poblano	$6.54	$15.50	$29.65	$8.96	$14.15	$23.11
Zac.	Cd. de Méx.	Poblano	$6.54	$17.50	$28.27	$10.96	$10.77	$21.73
Zac.	Nuevo León	Poblano	$6.54	$19.00	$34.55	$12.46	$15.55	$28.01
Zac.	Zacatecas	Poblano	$6.54	$20.50	$28.00	$13.96	$7.50	$21.46

Con respecto a los márgenes de comercialización, en el Cuadro 1 se observa que el precio al mayoreo de los chiles verde osciló entre los $8 y $25 por kg y fue el tipo húngaro el de mayor

precio, esto se debe a que se produce en una baja cantidad en Aguascalientes y Zacatecas, por lo que la oferta es menor y se distribuye localmente, ya que su consumo solo se registra en Aguascalientes y Durango.

El margen total de la comercialización de chile verde que se produce en Aguascalientes y se comercializa en el mercado local (Ciudad de Aguascalientes) fue de $20.18 kg para chile Jalapeño y $20.57 kg para chile poblano, en este margen de comercialización, el productor percibió el 26.8% del precio final de chile jalapeño y 25.6% del precio final de chile poblano. El mayorista recibió el 26.5 y 28.8%, respectivamente y el detallista 46.7 y 45.7 % (Cuadro 2). En el mercado local, los que mayor ganancia obtuvieron por la venta de la hortaliza fueron los detallistas, ya que aun cuando el chile producido en el estado implica un bajo costo de transporte y logística son bajos, el precio al consumidor es alto.

Cuadro 2. Participación de los actores que participan en la comercialización de chile verde en el norte centro de México.

Origen	Destino	Tipo de chile	Participación del Productor	Margen del Mayorista	Margen del detallista
				%	
Aguascalientes	Aguascalientes	Jalapeño	26.8	26.5	46.7
Aguascalientes	Aguascalientes	Poblano	25.6	28.8	45.7
Durango	Durango	Jalapeño	21.7	24.2	54.1
Durango	Durango	Poblano	42.9	32.5	24.6
Zacatecas	Aguascalientes	Jalapeño	21.5	9.4	69.2
Zacatecas	Durango	Jalapeño	25.6	17.6	56.8
Zacatecas	Aguascalientes	Húngaro	22.4	34.7	42.9
Zacatecas	Durango	Húngaro	19.6	42.9	37.5
Zacatecas	Aguascalientes	Anaheim	41.4	10.6	48.0
Zacatecas	Aguascalientes	Chilaca	36.3	19.2	44.4
Zacatecas	Durango	Chilaca	26.2	53.8	20.0
Zacatecas	Aguascalientes	Serrano	35.0	13.2	51.9
Zacatecas	Durango	Serrano	21.8	38.2	40.0
Zacatecas	Aguascalientes	Poblano	23.7	16.1	60.2
Zacatecas	Durango	Poblano	27.6	37.0	35.4
Zacatecas	Coahuila	Poblano	22.1	30.2	47.7
Zacatecas	Ciudad de Méx.	Poblano	23.1	38.8	38.1
Zacatecas	Nuevo León	Poblano	18.9	36.1	45.0
Zacatecas	Zacatecas	Poblano	23.4	49.9	26.8

El margen total de la comercialización de chile verde poblano que se produce en Durango y se comercializa en el mercado local fue de $13.55 kg y para chile Jalapeño de $18.13 kg. El productor recibió el 21.7% del precio final de chile jalapeño y 42.9% del precio final de chile

poblano. El mayorista recibió el 24.2 y 32.5%, respectivamente y el detallista 54.1 y 24.6% (Cuadro 2). El chile poblano que se produce en Durango es el que mejor precio al productor registró en 2019 y recibieron la mejor participación en el precio final. En el caso del chile Jalapeño producido en Durango el mayor margen de ganancia fue para los detallistas.

Zacatecas complementa el abasto en Aguascalientes y Durango, no solo los del tipo Jalapeño y Poblano, sino que también abastece chiles verdes del tipo Húngaro, Anaheim, Chilaca y Serrano. Los productores de Zacatecas de chile Anaheim recibieron el mayor porcentaje de participación en el precio final, le sigue la Chilaca y Serrano. La mayor ganancia en la comercialización de chile Jalapeño en Aguascalientes y de Jalapeño y Serrano en Durango fue para los detallistas, que obtuvieron más de 50% del precio final.

Finalmente, el chile poblano que se produce en Zacatecas se distribuye en las centrales de abasto de Aguascalientes, Coahuila, Nuevo León, Ciudad de México, Durango y Zacatecas. En el 2019, el precio al productor fue de $6.54 por kg, mientras que el precio al consumidor osciló entre $23 a $35 por kilo. La mayor participación del productor en el precio final del producto fue el comercializado en Durango, Ciudad de México y Aguascalientes. En el chile poblano se observó que las mejores ganancias son similares entre los mayoristas y los detallistas, ya que aun cuando Zacatecas es la entidad productora, el mayorista obtiene el 50% del precio final. Los vendedores al detalle en Aguascalientes, Coahuila y Nuevo León son los que más ganancia obtienen en la venta al menudeo de chile poblano.

CONCLUSIONES

En la región formada por los estados de Zacatecas, Aguascalientes y Durango se producen los tipos de chile verde Poblano, Jalapeño, Anaheim, Húngaro, Chilaca y Serrano. Aguascalientes y Durango producen, principalmente chile Jalapeño y Poblano, para abastecer su mercado local; mientras que, Zacatecas abastece a Aguascalientes y Durango con los diferentes tipos de chile que produce. El chile tipo Poblano es el que más se produce en la región y Zacatecas abastece los mercados de Aguascalientes, Durango, Coahuila, Nuevo León, Ciudad de México y Zacatecas. La participación que tienen los productores de chile verde en Aguascalientes es de 26.2%, los de Durango 32.3% y 26.2% en Zacatecas. Los productores deben buscar mecanismos adecuados para tener una mejor participación en el proceso de comercialización y con ello ampliar la participación tuenen en el precio final del producto.

REFERENCIAS

Caldentey, P. 1979. Comercialización de productos agrarios, aspectos económicos y comerciales. 2da Edición. Ed. Agrícola española S. A. Madrid, España. Pág. 26.

Caro E., M.; Leyva M., C. y Ríos S., J. 2014. Competitividad mundial de la producción de chile verde en México. Revista de Economía. 31 (83): 95-128.

Castellón- Martínez, E.; Chávez-Servia, J. L.; Carrillo-Rodríguez, J. C. y Vera-Guzmán, A. M. 2012. Preferencias de consumo de chiles (*Capsicum annuum* L.) nativos en los Valles Centrales de Oaxaca, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 35(5): 27-35.

Martínez C. C. J.; Cotera R. J. y Kido C. M. T. 2013. Canales y márgenes de comercialización de productos lácteos en dobladero, Veracruz, México. Revista Mexicana de Agronegocios. 32: 281-288.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera).2010. Un panorama del cultivo del chile. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-monografia-chile.pdf. Consultado en mayo de 2020.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018. Márgenes de comercialización de frutas y hortalizas (varios años). https://www.gob.mx/siap/prensa/margenes-de-comercializacion-enero-2018?idiom=es. Consultado 13 de junio de 2018.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Cierre de la producción agrícola (1980-2017). https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119. Consultado 13 de junio de 2017.

SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2020. Mercados nacionales: precios de mercado. http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/ consultado en mayo de 2020.

Troncoso V., C. y Lobos A., G. 2004. Márgenes de comercialización y concentración industrial en el mercado de frutas y hortalizas en Chile. Revista Agroalimentaria. 10(8): 76-87.

RAZAS FISIOLÓGICAS DE LA ROYA DE LA HOJA DEL TRIGO (*Puccinia triticina* E.) EN LA REGIÓN NORTE DE SINALOA

PHYSIOLOGICAL RACES OF WHEAT LEAF RUST (*Puccinia triticina* E.) IN THE NORTHERN REGION OF SINALOA

Calderón-García, Luis Alberto[1*]; Elizabeth García León[2], Hugo Beltrán Peña[1], Karla Yeriana Leyva Madrigal[1] y Bardo Heleodoro Sánchez Soto[1]

[1]Maestria en Fitopatología y Medio Ambiente, Universidad Autónoma de Occidente, Los Mochis, Sinaloa, México. [2]Campo Experimental Valle del Fuerte-INIFAP, Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa.

***Autor principal: luiscald457@gmail.com**

RESUMEN

Durante el ciclo agrícola O-I/2018-19, se colectaron 27 muestras de roya de la hoja del trigo (*P. triticina*) en líneas experimentales y variedades comerciales en 5 localidades productoras (Valle del Carrizo, Jahuara, Juan José Ríos, Ejido Revolución y Poblado 5) ubicadas en el Valle del Fuerte y Valle del Carrizo, con el objetivo de conocer las razas fisiológicas que inciden en la zona productora de trigo del Norte de Sinaloa. En total se identificaron 15 razas fisiológicas de roya de la hoja en donde solo CBJ/QQ ha sido reportada y es la que se identificó con mayor frecuencia (21%), las 14 razas restantes son de nuevo reporte. Debido a que no existen trabajos previos de monitoreo e identificación de razas fisiológicas de roya de la hoja en esta zona de producción triguera.

ABSTRACT

During the growing season A-W/2018-19, 27 samples of wheat leaf rust were collected (*P. triticina*) in experimental lines and commercial varieties in 5 producing localities (Valle del Carrizo, Jahuara, Juan José Ríos, Ejido Revolución and Poblado 5) located in the Valle del Fuerte and Valle del Carrizo, with the aim to know the physiological races present in the wheat-producing area of Northern of Sinaloa. In total 15 physiological races of wheat leaf rust were identified, where only CBJ/QQ has been reported and it is the one that was most frequently identified (21%), the remaining 14 races are of new report. Because there are not previous works of monitoring and identification of physiological races of leaf rust in this wheat-producing area.

INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum* spp. L) es el segundo cereal de importancia económica y de mayor producción a nivel mundial después del maíz (SFA, 2011). Históricamente las royas han sido uno de los mayores problemas fitopatológicos del trigo en todo el mundo, de las cuales la roya de la hoja, causada por *P. triticina* E., es la más común y la más ampliamente distribuida en las zonas de producción de trigo duro y harinero en México (Singh *et al.,* 2002). Sus daños pueden causar pérdidas en el rendimiento del 30 al 100%, ya que infecciones tempranas provocan una disminución significativa en el número de granos por espiga (Huerta-Espino *et al.*, 2011).

En la región Norte de Sinaloa, esta enfermedad se presenta en gran parte de las zonas productoras de trigo bajo condiciones de riego. La resistencia genética es el método más económico y efectivo para reducir las pérdidas en rendimiento a causa de la roya de la hoja. Esta consiste en sembrar variedades con genes de resistencia efectivos a la amplia diversidad de razas fisiológicas que se presentan en la actualidad (Kolmer, 1996).

El monitoreo e identificación de las principales razas fisiológicas de roya de la hoja presentes en la región Norte de Sinaloa, permitirá conocer su distribución y frecuencia. Lo cual ayudara a los programas de mejoramiento genético de trigo a considerar fuentes de resistencia durable a la enfermedad. Además, será posible tomar decisiones con respecto a las variedades aptas

para siembra en esta región agrícola. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo de investigación fue colectar, identificar y conservar las razas fisiológicas de P. triticina que prevalecen en las regiones productoras de trigo del Norte de Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el ciclo agrícola O-I/2018-19, se colectaron 27 muestras de roya de la hoja del trigo (*P. triticina*) en líneas experimentales y variedades comerciales en 5 localidades ubicadas en el Valle del Fuerte y Valle del Carrizo, para conocer las razas fisiológicas que inciden en la zona productora de trigo del Norte de Sinaloa. Las muestras recolectadas se trasladaron al Laboratorio Nacional de Royas y otras Enfermedades de Cereales (LANAREC) del INIFAP-CEVAMEX, en donde fueron preservadas a temperatura de 4°C para conservar su viabilidad. La identificación de las razas se realizó mediante la técnica de monopostulares descrita por Huerta-Espino *et al.*, 2020.

Para la obtención de los aislamientos monopostulares e incremento del inóculo se empleó la variedad Morocco, la cual es altamente susceptible a la enfermedad. Para la diferenciación de los aislamientos monopostulares se utilizaron 56 genotipos; de los cuales 46 de ellos son líneas monogénicas y 10 variedades testigo con resistencia poligénica a la roya de la hoja del trigo. Del total de muestras procesadas se obtuvieron 81 aislamientos monopostulares, los cuales fueron evaluados individualmente mediante el set de plantas diferenciales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de las muestras se identificaron 15 razas fisiológicas de *P. triticina,* las cuales se enlistan a continuación: CBJ/QQ, MBT/TT, MFJ/TP, MJJ/SP, MJT/SP, MKJ/TP, MLJ/QQ, MLJ/SP, MQT/SP, MSJ/SP, MST/TP, MST/TT, MTJ/TT, MTT/TP, MTT/TT. En el Cuadro 1 se indican las razas identificadas por frecuencia en cada muestra, en donde solo la raza CBJ/QQ ha sido reportada y es la que se identificó con mayor frecuencia (21%), dicha raza fue identificada por primera vez en los Valles Altos de México por Huerta-Espino y Singh (1994).

Cuadro 1. Razas fisiológicas de roya de la hoja identificadas en el Norte de Sinaloa en el ciclo O-I/18-19.

No.	Raza	Frecuencia
1	CBJ/QQ	21
2	MBT/TT	4
3	MFJ/TP	4
4	MJJ/SP	4
5	MJT/SP	8
6	MKJ/TP	4
7	MLJ/QQ	4
8	MLJ/SP	4
9	MQT/SP	4
10	MSJ/SP	8
11	MST/TP	13
12	MST/TT	4
13	MTJ/TT	4
14	MTT/TP	8
15	MTT/TT	4

Las 14 razas restantes son de nuevo reporte, debido a que no existen trabajos previos de monitoreo e identificación de razas fisiológica en la región triguera del Norte de Sinaloa. De las razas no reportadas la más frecuente fue MST/TP con un 13%, seguidas de MJT/SP, MSJ/SP, MTT/TP con un 8%. La

raza más virulenta fue la MTT/TT, la cual solo presenta avirulencia a los genes *Lr2a* y *Lr2c*; Afortunadamente, está se presentó en baja frecuencia (4%), sin embargo, es necesario realizar continuamente monitoreos para conocer su frecuencia en cada ciclo y determinar si se incrementa su presencia.

En general, la mayoría de las razas identificadas presentaron un espectro de virulencia amplio, lo que indica que a través del tiempo han evolucionado de una forma acelerada y han vencido la resistencia de la mayoría de los genes de efecto mayor disponibles en México. En el Cuadro 3, se muestra la distribución de las razas fisiológicas de *P. triticina* identificadas en las cinco localidades muestreadas, donde es posible observar que en la localidad de Juan José Ríos se presentó la mayor variabilidad de razas (10), seguido del Valle del Carrizo (4 razas).

Es importante mencionar que el 30% de las muestras colectadas provienen de la variedad Borlaug 100 F2014 (Cuadro 2), esta variedad es de reciente liberación y es una de las principales variedades que se siembran en la zona por sus características de rendimiento, calidad industrial y tolerancia a enfermedades; sin embargo con el presente estudio se comprueba que ya no es efectiva al 100%, y con ello nos da la pauta para realizar estudios como este para identificar genes de resistencia durable a roya de la hoja. Durante el ciclo O-I 2018-2019 y O-I/2019-2020 según datos proporcionados por la Junta Local del Valle del Carrizo indicaron que Borlaug 100 F2014 fue la variedad más ampliamente sembrada, seguida de Norman F2008 con un 22% y en menor proporción el trigo cristalino Cirno a pesar de su susceptibilidad a *P. triticina*. Según los resultados de este estudio se comprueba que las variedades sembradas comercialmente no presentan resistencia amplia a las razas fisiológicas de roya de la hoja que se presentan en la región.

Cuadro 2. Razas fisiológicas de roya de la hoja que se presentaron en variedades de trigo harinero y cristalino en el Norte de Sinaloa.

Variedad	Localidad	Raza
Borlaug 100 F2014	Valle del Carrizo y Jahuara	CBJ/QQ
	Valle del Carrizo	MST/TT
	Juan José Ríos	MQT/SP, MSJ/SP, MTT/TT
Cirno C2008	Valle del Carrizo	CBJ/QQ, MJJ/SP, MJT/SP
Norman F2008	Valle del Carrizo, Ejido Revolución	CBJ/QQ
	Poblado 5. Valle del Carrizo	MLJ/QQ y MTJ/TT

No obstante, es importante mencionar que la roya de la hoja se adapta a prácticamente cualquier ambiente de México, tal es el caso que se presenta sin problemas en zonas con altitudes cercanas a nivel del mar como en el presente estudio. La región conocida como Valle del Carrizo, se encuentra ubicada en el Municipio de Ahome, al Norte de Sinaloa y es por excelencia una zona apta para el cultivo de trigo, ya que, por las condiciones climatológicas, ha prosperado por su amplia adaptación y tolerancia a factores adversos. Se trata de una región agrícola en donde se presentan condiciones de alta humedad, bajas temperaturas, fuertes lluvias y heladas frecuentes.

El presente estudio coincide con el realizado por Scholz *et al.* (2019) quienes identificaron la diversidad de razas presentes en las zonas de producción de trigo, y afirmaron que esta diversidad está determinada por el monocultivo y las condiciones climatológicas prevalentes, además de la alta especificidad del hospedante con la raza del patógeno, lo cual genera una amplia variabilidad del mismo.

Solís-Moya *et al.* (2013) afirmaron que el estudio de razas fisiológicas en un ambiente de producción es de vital importancia para conocer la diversidad del patógeno y así reconocer los genotipos que presentan resistencia a la mayoría de las razas, evaluarlos e incorporarlos a las nuevas líneas promisorias a variedades.

Cuadro 3. Razas fisiológicas de *P. triticina* identificadas en las diferentes localidades muestreadas del Norte de Sinaloa.

Localidad	Raza
Juan José Ríos	CBJ/QQ, MBT/TT, MFJ/TP, MKJ/TP, MLJ/SP, MQT/SP, MSJ/SP, MST/TP, MTT/TP, MTT/TT
Poblado 5, V. del Carrizo	MLJ/QQ, MTJ/TT
Ejido Revolución, V. del Carrizo	CBJ/QQ
Valle del Carrizo	CBJ/QQ, MJJ/SP, MJT/SP, MST/TT
Jahuara	CBJ/QQ

CONCLUSIONES

La caracterización de las razas fisiológicas de *P. triticina* presentes en la región Norte de Sinaloa permitirá identificar las razas específicas que están incidiendo en esa zona productora, además de conservar los aislamientos para evaluar en planta adulta las líneas experimentales y variedades candidatas antes de que lleguen a manos de los productores del Valle del Fuerte y Valle del Carrizo, en donde se concentra más del 80% de la producción de este cultivo en el Estado. La presente investigación permitirá a los programas de mejoramiento genético de trigo, encontrar fuentes de resistencia genética duradera a la roya de la hoja del trigo en la región Norte de Sinaloa.

REFERENCIAS

Huerta-Espino, J. & Singh, R.P. 1994. First report of virulence for wheat leaf rust resistance gene Lr19 in Mexico. Plant Dis 78(6), 640.

Huerta-Espino, J., Singh, R. P., German, S., McCallum, B. D., Park, R. F., Chen, W. Q., ... & Goyeau, H. 2011. Global status of wheat leaf rust caused by Puccinia triticina. *Euphytica*, *179*(1), 143-160.

Huerta-Espino, J., Singh, R., Villaseñor-Mir, H.E, Rodríguez-García, M.F, Solis-Moya, E., Espitia-Rangel, E. 2020. Habilidad competitiva de razas de roya de la hoja provenientes de trigos cristalinos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11(1), 97-109.

Kolmer, J. A. 1996. Genetics of resistance to wheat leaf rust. Annu. Rev. Phytopathol. 34:435-455

Scholz, R., Pereyra, S. Garcia, R. y German, S. 2019. Identificacion de razas de roya de la hoja del trigo presentes en uruguay durante 2011-2012. Agrociencia Uruguay 23 (1):1-9.

Singh, R. P., Huerta-Espino, J., Roelfs, A. P., & Curtis, B. C. 2002. The wheat rusts. Growth, 2(25), 35.

Solís-Moya, E., Huerta-Espino, J., Rodríguez-García, M.F, Villaseñor-Mir, H.E., Espitia-Rangel, Ledezma-Ramírez, L. y Suaste-Franco, Maria del P. 2013. Resistencia de la roya de la hoja en variedades de trigo (Triticum spp. L.) adaptadas a el Bajio. Agrociencia, 47(5), 457-469.

Subsecretaria de Fomento a los Agronegocios (SFA). 2011. Perspectiva a largo plazo del sector agropecuario en Mexico 2011-2020. Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo rural, Pesca y alimentacion (SAGARPA). Liga: https://www.academia.edu/27852835/SFA_SAGARPA_Perspectivas_de_largo_plazo_para_el_sector_agropecuario_de_M%C3%A9xico_2011-2020

POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE VARIEDAD ES DE FRIJOL PARA CONDICIONES DE TEMPORAL EN OJUELOS, JALISCO

YIELD POTENTIAL OF BEAN VARIETIES FOR RAINFED CONDITIONS IN OJUELOS, JALISCO

Gayosso-Barragán, Odilón[1*]; Carlos Alberto Aguirre Gutiérrez[1], Ulises Aranda Lara[2], José Ángel Cid Ríos[3]

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Agricultura Familiar, INIFAP, Carretera Ojuelos-Lagos de Moreno km 8.5, Ojuelos de Jalisco, Jal. CP. 47540. [2]Campo Experimental Rio Bravo, INIFAP, Carretera Matamoros-Reynosa km 61, Rio Bravo, Tam. CP. 88900. [3]Campo Experimental Zacatecas, INIFAP, Carretera Zacatecas-Fresnillo km 20.5, Calera de V.R., Zac. CP. 98500.

***Autor principal: gayosso.odilon@inifap.gob.mx**

RESUMEN

El frijol es un alimento básico para la población mexicana, y por ende, un cultivo de importancia social y económica; el 70% de la producción proviene de tierras agrícolas cultivadas en condiciones de temporal. El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento agronómico de cuatro variedades de frijol en condiciones de temporal en una localidad de Ojuelos, Jalisco. Se evaluaron las variedades: Pinto San Rafael, Pinto Coloso, Pinto Saltillo y Pinto Centenario a una densidad de plantación de 90,000 plantas por hectárea. Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para las variables días a floración, días a madurez fisiológica y peso de 100 semillas. Para el caso de las variables número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento de grano por planta no se observaron diferencias significativas. Las variedades Pinto Saltillo y Pinto Centenario fueron las más precoces con 91 y 92 días a madurez fisiológica y rendimiento de grano por planta de 31 gramos para ambas variedades.

ABSTRACT

Beans are of major social and economic importance given that they constitute a basic staple in the Mexican diet. Agricultural lands cultivated in rainfed conditions yield 70% of national production. The objective of this study was to evaluate the agronomic behavior of four specific bean varieties in rainfed conditions in Ojuelos, Jalisco. These varieties include Pinto San Rafael, Pinto Coloso, Pinto Saltillo and Pinto Centenario. All were evaluated at the planting density of 90,000 plants per hectare. Significant differences ($p \leq 0.05$) were observed among the variables in terms of days to flowering, days to physiological maturity and their respective weights of 100 seeds (P100S). No significant differences were observed in terms of the number of pods per plant, the number of grains per pod or the grain yield per plant. The Pinto Saltillo and Pinto Centenario varieties were fastest at 91 and 92 days before physiological maturity with a grain yield of 31 grams per plant for both varieties.

INTRODUCCION

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) es un alimento básico para la población mexicana, y por ende, un cultivo de importancia social y económica. Es el segundo cultivo más importante en México,

después del maíz por la superficie sembrada; la producción promedio en 2018 fue de 1.2 millones de toneladas, de este volumen, el 70% proviene de tierras agrícolas cultivadas en régimen de temporal (SIAP, 2018). En las últimas décadas, la superficie y volumen de producción ha disminuido, lo cual puede estar relacionado con la variabilidad del clima, en especial de la precipitación, en los ciclos de producción primavera-verano y otoño-invierno (Prieto-Cornejo *et al.,* 2019). El principal problema en las zonas de temporal es la insuficiente y errática distribución de la precipitación (Jiménez *et al*., 2014), que reduce la producción de materia seca, área foliar y los componentes de rendimiento, y debido a la disminución de los días de llenado del grano, muestra efecto negativo en la formación del grano y su tamaño, acelera la madurez fisiológica y la senescencia del cultivo (Tosquy *et al*., 2017). Lo anterior resalta la importancia de disponer de variedades con potencial de rendimiento para condiciones de temporal, como alternativas de producción para estas condiciones. En este trabajo se evaluó el comportamiento agronómico de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en condiciones de temporal en una localidad de Ojuelos, Jalisco.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Agricultura Familiar, INIFAP en Ojuelos de Jalisco (21°46´55" N y 101°36´13"W, 2572 msnm). El tipo de suelo de esta región es xerosol háplico de textura media, limitado por una fase dúrica a menos de 50 cm de profundidad y de origen aluvial y bajo contenido de materia orgánica. La precipitación promedio anual para esta región oscila entre los 420 mm anuales, con temperatura anual media de 17.5°C (Aguado-Santacruz *et al.,* 1996).

Se evaluaron cuatro variedades de frijol: Pinto San Rafael, Pinto Coloso, Pinto Saltillo y Pinto Centenario. La siembra se realizó el 8 de agosto del 2019, de forma manual a una densidad de plantación de 90,000 plantas por hectárea. El control de malezas se llevó a cabo de forma manual, además el manejo integrado de plagas y enfermedades se realizó de acuerdo a las recomendaciones regionales del cultivo. En la etapa de prefloración se realizó fertilización foliar con urea y ácido fosfórico a una concentración de 2 y 1% respectivamente.

El experimento se estableció en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se tomaron datos de días a madurez fisiológica (DMF), número de vainas por planta (NVP), número de granos por vaina (NGV), peso de 100 semillas (P100S) y rendimiento por planta (RP). Se evaluó la respuesta de las variables utilizando el modelo estadístico $y_{ij}=\mu+T_i+\beta_i+E_{ij}$. Donde; y_{ij}: Variable observada, μ: Valor escalar que representa la población promedio, T_i: Efecto del i-esimo tratamiento, β_j: Efecto del j-esimo bloque, E_{ij}: Efecto del error. Se realizó análisis de varianza y comparación de media de Tukey al nivel de significancia de 0.05% de probabilidad utilizando el programa estadístico SAS 9.0. Para el diseño de graficas de utilizaron los programas Excel y Statistica.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el análisis de varianza se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para las variables días a floración (DF), días a madurez fisiológica (DMF) y peso de 100 semillas (P100S). En las variables número de vainas por planta (NVP), número de granos por vaina (NGV) y rendimiento de grano por planta no se observaron diferencias significativas, sin embargo, si se observan diferencias numéricas en estas variables.

Días a floración (DF) y madurez fisiológica (DMF). Las variedades más precoces y que llegaron primero a floración fueron Pinto Saltillo y Pinto Centenario con 43 y 45 días,

respectivamente (Figura 1). Estas variedades alcanzaron madurez fisiológica a 91 y 92 días después de la siembra. Las variaciones observadas en la fenología se relacionan con las condiciones ambientales y con el tipo de germoplasma utilizado (Rosales *et al*., 2004).

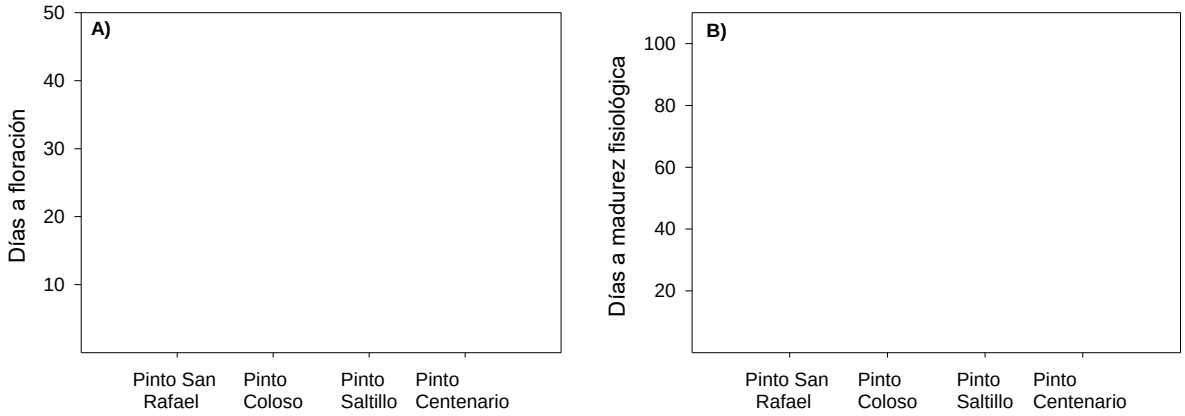


Figura 1. Días a floración (A) y días a madurez fisiológica (B) de cuatro variedades de frijol, evaluadas en condiciones de temporal.

Numero de vainas por planta (NVP) y semillas por vaina (NSV). Para estas variables, no se observaron diferencias significativas, sin embargo, si se aprecia una diferencia numérica, resaltando la variedad Pinto Saltillo como el genotipo con más vainas por planta y mayor número de semillas por vaina en estas condiciones de temporal (Figura 2). La variedad Pinto Centenario, fue de los genotipos con menor número de vainas por planta, sin embargo, para rendimiento por planta es uno de los más altos, lo anterior puede deberse al número de semillas por planta y el tamaño de grano, el cual se observa en el peso de 100 semillas.

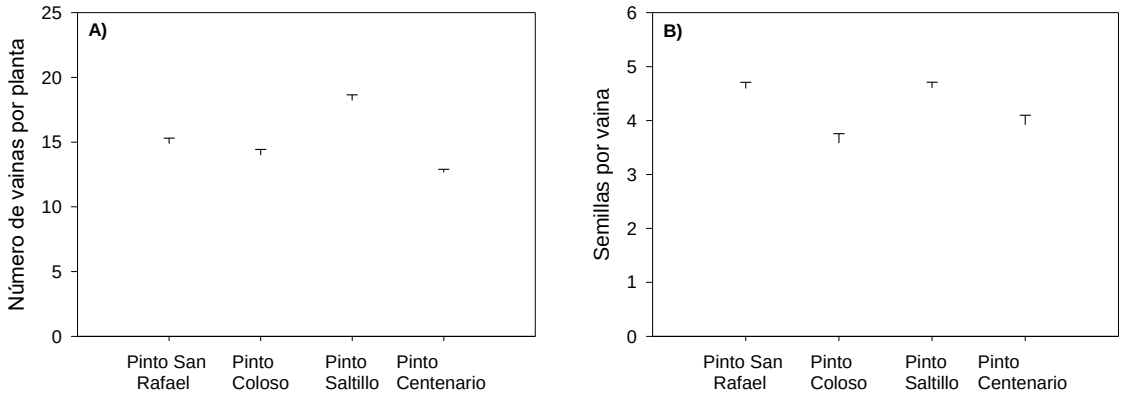


Figura 2. Número de vainas por planta (A) y número de semillas por vaina (B) de cuatro variedades de frijol evaluadas en condiciones de temporal.

Para número de vainas por planta, resaltan con mayor cantidad de semillas la variedad San Rafael y Saltillo. A pesar que pinto San Rafael, es una de las variedades con mayor número de granos por vaina y alto peso de 100 semillas, el número de vainas por planta no fue de los mal altos, contribuyendo de esta manera a que el rendimiento de grano por planta no fuera de los más altos. La disponibilidad de humedad durante la floración y el llenado de la semilla

contribuye a la formación de más semillas normales y más grandes; además de la constitución genética de la variedad (Singh, 2006; Muñoz-Perea *et al*., 2007).

Peso de 100 semillas (P100S). Se observaron diferencias significativas entre las variedades evaluadas. El mayor peso se observó en las variedades pinto coloso y pinto san Rafael con 41 y 37 gramos respectivamente (Figura 3). Rosales *et al.,* (2019) al realizar evaluación del comportamiento agronómico de líneas mejoradas de frijol encontraron variación en el tamaño de las semillas a través de ambientes. La línea mejorada AL14008 sobresalió con 45.2 g por 100 semillas y con ello, la diferencia de peso con respecto a la variedad de mayor tamaño de la semilla, Bayo Victoria (54.4 g por 100 semillas) no fue estadísticamente significativa. En este estudio, el tamaño inferior de semilla se registró en la variedad pinto saltillo, con valores de 29.4 g por 100 semillas. Sin embargo, esta variedad tiene mayor número de vainas y semillas por planta; además tiene buena aceptación por parte de los productores por ser de ciclo corto y excelente calidad de grano.

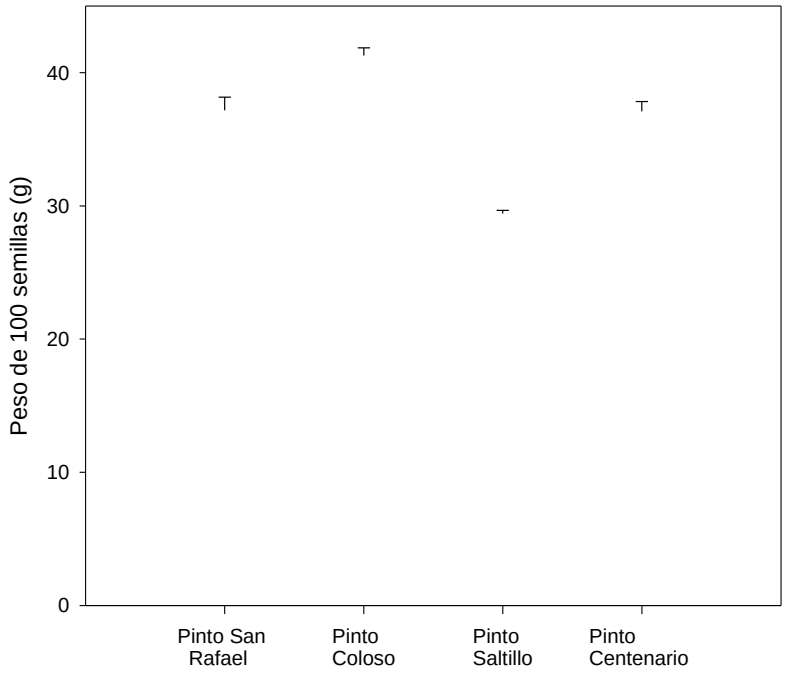


Figura 3. Peso de 100 semillas (g) de cuatro variedades de frijol en condiciones de temporal

Rendimiento de grano por planta (RGP)**.** No se observaron diferencias significativas para esta variable. Los valores para rendimiento fueron similares (Figura 4), es decir, las cuatro variedades presentaron potencial de rendimiento para las condiciones de temporal para esta región semiárida del centro de México. Es importante mencionar que a pesar de que es muy similar el rendimiento de grano en las variedades evaluadas, se recomienda también considerar los días a madurez fisiológica, ya que representa una ventaja importante en el manejo agronómico para hacer frente al cambio climático.

En este estudio, las variedades Pinto Saltillo y Pinto Centenario fueron las variedades más precoces con menos días a madurez fisiológica, además de que el rendimiento de grano es

similar a las demás variedades. La investigación continua sobre la utilización de variedades de frijol en localidades específicas, así como la obtención de nuevos genotípicos con adaptación a regiones áridas y semiáridas con resistencia a las principales enfermedades se debe fortalecer y ser prioridad para el desarrollo del campo mexicano como alternativas viables para pequeños y medianos productores.

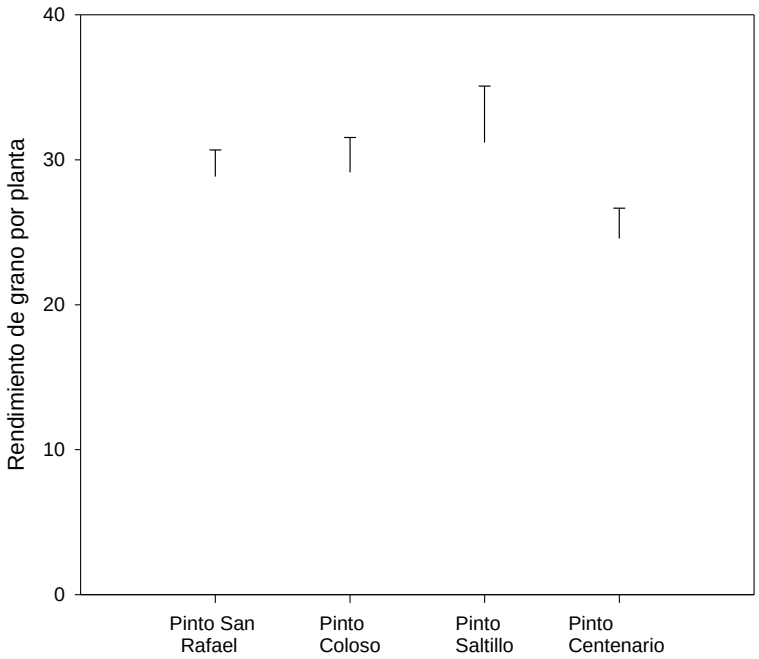


Fig. 4 Rendimiento de grano por planta de cuatro variedades de frijol en condiciones de temporal

CONCLUSIONES

Por la modificación en los patrones de distribución del agua de lluvia, es importante la evaluación de nuevas estrategias agronómicas que permitan incrementar el rendimiento por unidad de superficie como una manera para contribuir a la disponibilidad de alimentos; la utilización de variedades de ciclo corto representa una alternativa importante para enfrentar esta situación. Las variedades Pinto Saltillo y Pinto Centenario, fueron las más precoces con buena productividad para condiciones de temporal en esta región y representa una opción importante para productores de frijol.

REFERENCIAS

Aguado-Santacruz, G.A., García-Moya, E., Velasco-González, C., Flores-Flores J. (1996). Importancia de los elementos climáticos en la variación florística temporal de pastizales semideserticos. *Acta Botánica Mexicana* 35:65-81.

Jiménez, J.C., Jacobo, C., Acosta, J.A., Ramírez, V. (2014) Altas densidades de plantas y fertilización en frijol de temporal para incrementar la producción en el estado de Chihuahua. Folleto Técnico No. 29. Campo Experimental Sierra de Chihuahua, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. 60 p.

Muñoz-Perea, C.G., Terán, H., Allen, R.G., Wright, J.L., Westermann, D.T., Singh, P.S. (2007). Selection for drought resistance in dry bean landraces and cultivars. *Agron. J*. 99:1458-1462.

Prieto-Cornejo, M.R., Matus-Gardea, J.A., Gavi-Reyes, F., Omaña-Silvestre, J.M., Brambila-Paz, J.J., Sánchez-Escudero, J., Martínez-Damián, M.A. (2019). Evolución de la superficie cultivada de frijol e impacto económico de la sequía sobre su rendimiento bajo condiciones de temporal en México. *Rev. Fitotec. Mex*. 42(2):173-182.

Rosales S. R., Acosta, J.A., Muruaga, J.S., Hernández, J.M., Esquivel, G., Pérez, P. (2004). Variedades mejoradas de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico 6. Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Chapingo, Estado de México. 148 p.

Rosales, S.R., Flores, G.H., Nava, B.C., Ortiz, S.I. (2019). Rendimiento y calidad de grano en líneas mejoradas de frijol cultivadas bajo riego en Durango, México. *Rev. Fitotec. Mex*. 42 (1):39–46.

SIAP, 2018. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. https://www.gob.mx/siap.

Singh, P.S. (2006). Drought resistance in the race Durango dry bean landraces and cultivars. *Crop Sci*. 46: 2111-2120.

Tosquy V.O.H., López, E., Zetina, R., Villar, B., Rodríguez, J.R. (2017). Producción de genotipos de frijol negro en condiciones de humedad residual y sequía terminal. *Terra Latinoamericana* 35:29-39.

METODOS DE ESCARIFICACIÓN Y CALIDAD DE PLANTA DE *Pinus maximartinezii* DE DOS PROCEDENCIAS PRODUCIDAS EN CONDICIONES DE VIVERO

SCARIFICATION METHODS AND PLANT QUALITY OF Pinus maximartinezii FROM TWO SOURCES PRODUCED IN NURSERY CONDITIONS

Ríos-Saucedo, Julio C.[1]*, Rigoberto Rosales Serna[1], Pablo A. Domínguez Martínez[1], Donaji Sierra Surita[1], Saúl Santana Espinoza[1].

[1]Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAP. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5, C. P. 34170. Durango, Dgo. México.

***Autor principal: j_riossaucedo@hotmail.com**

RESUMEN

La supervivencia de una reforestación depende de diversos factores, entre los que destaca la calidad de planta. En esta investigación se decidió evaluar el porcentaje de germinación y calidad de planta de *Pinus maximartinezii* de dos procedencias para la producción de planta con fines de restauración e incrementar las poblaciones de esta especie ya que se encuentra en estatus de peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT, Por tal motivo el objetivo fue probar diferentes tratamientos pregerminativos y evaluar la calidad de planta de *Pinus maximartinezii*. Se utilizaron los dos únicos lotes de semillas existentes en el país, uno ubicado en Juchipila, Zacatecas y otro de La Muralla, Durango, para la germinación, se evaluaron 4 tratamientos, que consistieron en; lijado, remojo en agua por 24 hrs, lijado más remojo en agua por 24 hrs y el testigo absoluto. Para la calidad de planta, se consideraron los parámetros de porcentaje de germinación, diámetro de tallo, altura aérea y radicular, relación biomasa aérea y biomasa radicular, índice de robustez e índice de calidad de Dickson. Los mejores resultados en la producción y germinación se obtuvieron con el tratamiento de lijado de testa sin inmersión, con mayor producción en ambas procedencias, de las dos precedencias la mayor tasa de germinación la obtuvo La localidad La Muralla, Durango con un 78% de germinación. La calidad de planta no tiene una relación directa en los tratamientos pregerminativos evaluados, ya que al germinar el efecto del tratamiento no es directo en la calidad de la planta, aquí influye otros factores como son los contenedores y el tiempo de desarrollo (18 meses) y preacondicionamiento de la planta, la baja calidad en los índices evaluados estuvo atribuido al tiempo de evaluación 14 meses y al tipo de envase utilizado en el experimento (77 cavidades), por tal motivo se recomienda experimentar con tamaños de envase más grandes para obtener una mejor proporción entre las raíces y la parte aérea e incrementar el tiempo de desarrollo a 18 meses como mínimo.

ABSTRACT

The survival of a forest plantation depends on a number of factors, including plant quality. In this investigation it was decided to evaluate the production and quality of Pinus maximartinezii plant from two sources, under nursery conditions and with different scarification treatments, this with the aim of obtaining information about the different techniques used in the production, and thus be able to ensure success in future reforestation plantations. The parameters of germination rate, stem diameter, aerial and root height, % humidity, biomass, ratio of dry biomass and root dry biomass, robustness index and Dickson quality index were considered. The best results in production and germination were obtained with the treatment of sanding without immersion, with greater production in both sources, while the provenance with higher rate of germination was that of the Muralla, Durango with 44.72%. In terms of plant quality, both treatments (sanding and soaking in water) achieved low results. The plants produced with these treatments do not have the quality needed to ensure greater success in future

plantations, but it is recommended to experiment with larger container sizes to obtain a better ratio between the roots and the aerial part.

INTRODUCCIÓN

La actividad forestal en México ha cambiado en los últimos años, entre otros motivos, por el mayor énfasis que se ha dado a la restauración de los bosques, con especial atención a la reforestación. La baja calidad de las plantas producidas en los viveros es una de las razones que pueden explicar lo poco exitosas que han resultado algunas plantaciones. Condición que depende de factores genéticos, fisiológicos y morfológicos, que, en conjunto con el medio, logran resultados promisorios. El éxito de los programas de reforestación depende principalmente de la calidad de la planta que se produce en los viveros, la cual puede asegurar una mayor probabilidad de sobrevivir y desarrollarse a partir de su establecimiento en el lugar definitivo (Mas P., 2003), pues está determinada por los caracteres genéticos, fisiológicos y morfológicos que actúan de forma conjunta con el medio ambiente (Ruano, 2003). Al utilizar planta de alta calidad en las plantaciones y reforestaciones, se incrementa su probabilidad de éxito. En la presente investigación se pretende evaluar la calidad de planta de *Pinus maximartinezii*, probando cuatro tratamientos en condiciones de invernadero, esto con el propósito de producir planta que cubra los indices de calidad. Por tal motivo, se espera que esta publicación contribuya a mejorar los procesos productivos de producción de planta de esta especie y, a su vez, la supervivencia en terreno para incrementar sus poblaciones naturales y evitar su extinción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El germoplasma utilizado en todos los tratamientos fueron semillas de *Pinus maximartinezii Rzed*. de dos procedencias, Juchipila, Zacatecas y de La Muralla, Durango. Los tratamientos pregermenativos aplicados para cada procedencia, constó en cuatro tratamientos, entre físicos y mecánicos, todos aplicados a la testa, algunos combinados con el tiempo de inmersión en agua para acelerar la germinación de la semilla (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos aplicados a semillas de *P. maximartinezii* de dos procedencias

TRATAMIENTOS	TIEMPO
Lijado de la testa	35 min
Lijado de la testa + Inmersión en agua	35 min + 24 h
Inmersión en agua	24 h
Testigo absoluto	0 h

Posterior al tratamiento de inmersión, las semillas se lavaron en agua corriente del grifo durante 10 min para eliminar residuos de productos químicos. El lijado de la semilla se hizo en un recipiente metálico previamente recubierto, en todo su interior, con lija para metales del número 80. Una vez dentro la semilla, el bote se selló y de forma manual se aplicaron movimientos oscilatorios durante 35 minutos para provocar un escarificado mecánico de la testa de la semilla por abrasión. Concluido el tiempo de lijado de la semilla, se eliminaron los residuos del lijado (polvo) y se hicieron cuatro grupos de 200 semillas para la aplicación de los diferentes tratamientos de lijado e inmersión por separado, para cada una de las dos procedencias.

Para el ensayo, previo a la siembra y después de aplicar los tratamientos, las 200 semillas se impregnaron manualmente con 2 g de Captan® para prevenir posibles ataques por “damping-of” (mal de almácigos). Las semillas, se sembraron en envases de poliestireno expandido de 77 cavidades de 170 mL de capacidad por cada cavidad. Las cavidades de los envases se llenaron previamente con una mezcla humedecida de peat moss o turba (55%), corteza de pino compostada (24%) y agrolita (21%). Se colocó una sola semilla de forma vertical por

cavidad debido a que las semillas de esta especie de pino son de grandes dimensiones. Los riegos después de la siembra se realizaron de forma manual con manguera y punta de regadera cada tercer día por la mañana (9:00 am), con un tiempo aproximado de 10 minutos (min) o hasta que el sustrato presentara un adecuado contenido de humedad indicado por el color y textura. Los datos se tomaron durante 30 días después de la siembra. El diámetro del tallo de las plantas, se midió con la ayuda de un vernier Truper® (CALDI-6MP) en milímetros (mm), el cual se colocó y ajustó a la anchura del tallo, posteriormente se hizo la lectura y toma de datos para cada ejemplar.

En la altura aérea y radicular, se midió con la ayuda de un flexómetro, el cual se usó para medir la altura aérea y la altura radicular. La primera de estas se midió desde la base del tallo hasta la hoja más alta extendida, mientras que la radicular se midió desde la parte baja del tallo hasta la raíz más larga extendida.

El peso en verde se determinó a partir de una balanza digital, en la cual se pesaron por separado la parte aérea y la parte radicular de cada planta. Para la determinación del peso en seco de las plántulas se procedió a llevar todas las bolsas con las muestras hacia el horno de secado a una temperatura de 55°C, se mantuvieron dentro aproximadamente dos semanas. Para verificar que las muestras ya estuvieran secas, se pesaron las bolsas por varios días hasta obtener un peso constante. Para ello se sacaban 5 muestras de cada tratamiento, se pesaron, y se anotaron los gramos con la fecha. Posteriormente cuando las muestras se encontraban a peso constante, se volvieron a pesar en la balanza analítica, parte aérea y radicular por separado y se anotaron los pesos.

Para determinar la humedad de las muestras se elaboró una base de datos con las mediciones y se utilizó la siguiente expresión (ecuación 1).

$$\%H = (pv - ps/\ pv) * 100 \quad (1)$$

Donde: %H, es el porcentaje de humedad de la planta, Pv, el peso en verde de la muestra, Ps, el peso seco de la muestra.

La biomasa se calculó de forma directa a partir de los pesos secos de las muestras con la siguiente fórmula (ecuación 2).

$$Biomasa = peso\ verde - \text{contenido de } humedad \quad (2)$$

El índice de calidad de Dickson se obtuvo mediante la siguiente expresión (ecuación 3):

$$ICD = \frac{PS_{Total}}{\frac{A}{D} + \frac{PS_{Paérea}}{PS_{Raíz}}} \quad (3)$$

Donde: ICD= índice de calidad de Dickson, PStotal= Peso seco total (g), A= Altura en (cm), PSpaérea= peso seco de la parte aérea (g), D= Diámetro del tallo (mm), PSRaiz= Peso seco de la raíz (g)

El índice de robustez es una medida representativa de la resistencia a factores climáticos y biológicos. Los valores bajos repercutieron en la esbeltez de los ejemplares analizados. En este estudio se calculó a partir de la siguiente ecuación (ecuación 4),

$$IR = A\ D \quad (4)$$

Donde: IR= índice de robustez, A= Altura (cm), D= Diámetro (mm)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la producción de planta, para todo el ensayo, al evaluar la germinación total y el porcentaje de germinación de semilla de *P. maximartinezii* durante 25 días, se observó que el efecto de los tratamientos pregerminativos (escarificación y de inmersión) aplicados es altamente significativo en la germinación (P≥0.005). La germinación comenzó a partir del día 12 de la evaluación, siendo la semilla de la procedencia de Juchipila Zacatecas la que inició primero este proceso. Trascurridos los 25 días después de la siembra, la mejor respuesta a la germinación del *P. maximartinezii* fue el tratamiento mecánico (lijado). Las germinaciones acumuladas de las dos procedencias (Juchipila, Zacatecas y La Muralla en Durango) registraron hasta un 78 y 75 por ciento respectivamente. El tratamiento pregerminativo lijado en remojo con agua, fue el segundo tratamiento a la respuesta de la germinación con promedios de hasta 41% en Juchipila y 54 % en La Muralla. Las bajas tasas de germinación lo presento el remojo en agua por 24 hrs, aquí los promedios oscilaron entre 25 y 44 porciento respectivamente, casi similar al testigo absoluto (Figura 1).

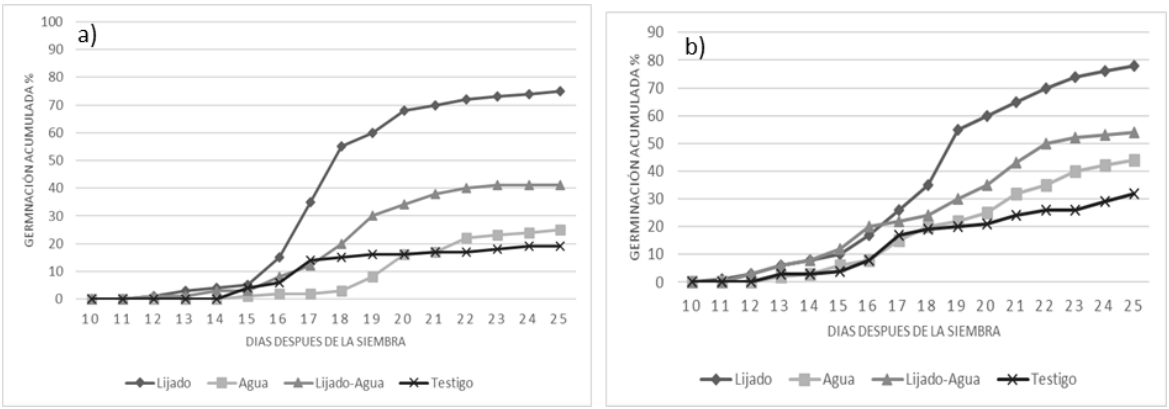


Figura 1.- Frecuencia relativa acumulada promedio de semillas germinadas en los tratamientos pregerminativos aplicados a semilla de *Pinus maximartinezii* de dos procedencias Juchipila en Zacatecas (a) y La Muralla en Durango (b).

La pureza de la semilla de *P. maximartinezii* procedente de Juchipila, Zacatecas tuvo un 99.54% de pureza, el restante 0.46% correspondió a semillas vanas e impurezas, 0.46 % y 0.005% de forma respectiva. El lote de semilla de La Muralla, Durango presentó una pureza de 99.89%, el restante 0.11% correspondió a semillas vanas e impurezas, 0.06% y 0.05% respectivamente. La pureza de las procedencias es de buena calidad, esto es debido a que se trata de semilla de grandes dimensiones sin ala y por otra parte con base al bajo porcentaje de semillas vanas, puede asumirse que se trata en su mayoría de semillas llenas o viables.

En el diámetro de tallo, se observó diferencia entre los cuatro tratamientos, destacando el tratamiento de lijado como el más eficaz al proporcionar tallos más gruesos a comparación de los demás tratamientos.

Según Mexal (1990), una planta debe tener de 5 a 6 mm de diámetro a su salida del vivero, lo cual incrementa sus posibilidades de sobrevivencia en campo. De acuerdo a lo anterior se puede decir que el tratamiento de lijado cumple en este aspecto mientras que el tratamiento de remojo en agua está por debajo de dicho parámetro.

En la altura aérea y radicular, a partir de los datos capturados, en ambos aspectos de altura, el tratamiento de lijado de testa es superior, aunque es en las raíces en donde no existe una

gran diferencia, esto debido probablemente a que los tratamientos se realizaron en envases de igual tamaño charolas de 77 cavidades.

No obstante, diversas investigaciones indican que este componente no se correlaciona por sí solo con la supervivencia, pues las plantas jóvenes de mayor altura con frecuencia exhiben un desequilibrio respecto al diámetro, el cual ocasiona que estén más vulnerables a sufrir daños por viento (Cortina et al., 1997; Prieto et al., 2003; Orozco et al., 2010).

En todos los tratamientos la relación biomasa aérea-biomasa radicular (BA-BR) resulto similar presentando una alta proporción de biomasa aérea de hasta 88 % en el tratamiento testigo, esta respuesta a los tratamientos es típico en producción de planta en el desarrollo inicial de las plantas, pero a pesar que la cantidad de biomasa área fue mayor en todos los tratamientos, el tratamiento mecánico (lijado) fue el que mostro mayor desarrollo radicular de hasta un 19% a los 15 meses de edad de la planta. Este comportamiento de la relación BA-BR también pudo estar asociada a los tipos de contenedores utilizados ya que estos consistieron en charolas de 77 cavidades de poliestireno, este tipo de contenedores son los más tradicionales en la producción de planta para los programas de la CONAFOR, utilizadas en la reforestación en especies de pinos del bosque templado, sin embargo la semilla de la especie estudiada es de las más grandes de los piñoneros, ya que pueden medir hasta 25 mm de largo, 12.8 mm de ancho y 10.4 mm de grueso (López y Galván, 2011), esto provocando problemas en el desarrollo de la plata en cavidades tan estrechas.

El índice de robustez fluctuó entre 7.77 y 6.23 para todos los tratamientos evaluados (Tabla 2). De acuerdo con Rodríguez (2008), una planta de buena calidad no debe tener un índice de mayor a seis; valores mayores son característicos de plantas delgadas y altas. La relación recomendada en este índice fluctúe entre 2-6 con la finalidad de que estén balanceados en diámetro y altura. Por lo tanto, ambos tratamientos resultaron con un índice de robustez elevado y se consideran de calidad baja, aunque el T. Agua está un poco más proporcionado entre la altura y el diámetro.

Para el índice de calidad de Dikson los valores resultaron favorables para el tratamiento lijado, lijado-agua y testigo, donde mostraron valores mayores a 0.20, según Rueda (2014) describe en su trabajo que valores <0.2 se consideran de calidad baja, mientras que valores de ≥0.5 se consideran de calidad alta. Se puede asegurar entonces que, en este índice, las plantas con los tratamientos mencionados, son de calidad media, sin embargo, el tratamiento a la semilla con remojo en agua a 24 hrs, la planta fue clasificada como calidad mala. Después de analizarlas se puede concluir que existe una mayor cantidad de biomasa total por parte del tratamiento de Lijado de testa, por lo que indica una mayor calidad de planta, sin embargo, existe una mejor proporción entre la biomasa del tratamiento de remojo en agua.

Tabla 2. Índices de calidad de planta promedio en los cuatro tratamientos pregerminativos de semilla de *P. maximartinezii.*

Trataminetos	BA/BR	IR	ICD
Lijado	6.64	6.97	0.35
Agua	5.12	7.47	0.17
Lijado-Agua	5.45	6.67	0.32
Testigo	6.23	7.77	0.28

Dónde:BSA = Biomasa aérea, BSR= Biomasa radicular, IR = índice de robustez, ICD=índice de calidad de Dickson.

Resultados similares se encontraron en lo reportado por Sáenz et al. (2014), donde mencionan que, con el índice de calidad de Dickson, la planta de *P. greggii* y *P. pseudostrobus* se clasificó como calidad media y *P. michoacana* de calidad alta; al respecto González *et al*. (1996), mencionan que es un índice desarrollado para evaluar.

CONCLUSIONES

Se logró incrementar la germinación en *Pinus maximartinezii* de las únicas dos procedencias presentes en México (Juchipila en Zacatecas y La Muralla en Durango) y así realizar una producción de planta a gran escala (50,000 plantas) de la mejor procedencia (La Muralla). El tratamiento con mejores resultados en la germinación y producción de planta, fue el tratamiento mecánico (lijado), ya que obtuvo mayor supervivencia en ambas procedencias, mientras que la procedencia con mayor tasa de germinación fue la de La Muralla, Durango. Para mejorar el índice de robustez, se requiere producir la planta con una menor densidad de cultivo, con esto, es posible mejor la calidad de planta ya que en charolas de 77 cavidades; limitan el desarrollo de la raíz y provocan un crecimiento heterogéneo de la parte aérea debido a las elevadas densidades que se manejan. Por tal motivo, se recomienda hacer nuevos estudios con diferentes tamaños de envase ya que el principal factor que afecto la calidad, fue que las raíces no fueron lo suficientemente grandes en proporción a su parte aérea.

REFERENCIAS

Cortina, J. A. (1997). Relación tamaño – supervivencia en plantaciones de especies arbustivas y arbóreas mediterráneas producidas en vivero. *In: Actas del 2° Congreso Forestal Español (23-27 de junio de 1997).*, Pamplona, España. pp. 159-164.

González, M. E., C. Donoso, C. y B. Escobar. 1996. Efecto de distintos regímenes de manejo radicular en el crecimiento de plantas de raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl) Oerst.) 1-0 a raíz desnuda. Bosque 17(1): 29-41.

López M., L, I., G Galván E. 2011. Extracción de semillas de *Pinus maximartinezii* y sus consecuencias poblacionales. CONABIO. Biodiversitas, 981-7

Mas P., J. (2003). Guía práctica para la producción de planta en un vivero. *Comisión Forestal del Estado. Morelia, Mich., México. Boletín Técnico* , Núm. 5. Vol. 1. 37 p.

Mexal, J. G. (1990). Target seedling concepts: height and diameter. . En *Target Seedling Symposium: Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.* (págs. pp. 17-35). Fort Collins, CO USA: In: Rose R., S. J. Campbell and T. D. Landis (eds.).

Orozco G., G. H. (2010). Diagnóstico de calidad de planta en los Viveros forestales del estado de Colima. . *Folleto Técnico Núm. 1 SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan, Mich. México*, 50 p.

Prieto R., J. A. (2003). Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. *Primera reimpresión. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAPSAGARPA*, Folleto Técnico Núm. 12. 24 p.

Prieto R., J. A. (2009). Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío. . *Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP-SAGARPA.*, Durango, Dgo., México. Publicación Especial Núm. 28. 48 p.

Rodríguez T., D. A. (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. México, D.F., México: Ed. Mundi Prensa. 156 p.

Rueda S, B. S.-R. (2014). Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales, vol. 5, núm. 22*, pp. 58-73 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Distrito Federal, México.

Sáenz R., C. y R. Lindig C. 2004. Evaluación y Propuestas para el Programa de Reforestación en Michoacán. Ciencia Nicolaita 37: 107-120.

Thompson, B. 1985. Seeling morphological evaluation. What can you tell by looking. In: Durges, M. L. (ed.). Evaluating seeling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test. *Forest Research Laboratory*. Oregon State University. Corvallis, OR, USA. pp. 59-71.

MODELO PARA ESTIMAR LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIANTE HARGREAVES AJUSTADA POR PENMAN-MONTIETH

MODEL FOR ESTIMATING POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION USING HARGREAVES ADJUSTED BY PENMAN-MONTIETH

Medina-García, Guillermo[1] Martín García Bandala[2], Alba Nélida García Beltrán[2]

[1]INIFAP-Campo Experimental Zacatecas, Carr. Zacatecas-Fresnillo km 24.5, Calera, Zac., México. [2]UAZ-Unidad académica de Ingeniería, Ramón López Velarde 801, Centro, 98000, Zacatecas, Zac., México.

RESUMEN

En muchos países se tienen pocos datos de clima, por lo cual se han desarrollados métodos empíricos que requieren pocos datos climáticos, este es el caso de México. El método de Penman-Monteith es el más preciso para la estimación de la evapotranspiración potencial (Jensen *et al*., 1990), sin embargo, con los datos que registran las estaciones convencionales, no se puede utilizar este método. El objetivo de este estudio fue generar un modelo para ajustar la evapotranspiración estimada por el método de Hargreaves al método de Penman-Monteith. Se probaron las metodologías de Hargreaves, Blaney-Criddle, Thornthwaite y Berti, los datos de ETo de cada metodología se relacionaron con la ETo de Penman-Montieth, el modelo seleccionado fue Hargreaves. Se generó un modelo de regresión para obtener un valor de ajuste, de tal manera que la ETo estimada con la metodología de Hargraves sea ajustada a Penman-Montieth. El modelo resultante fue significativo ($P < 0.0001$) y con una R^2 de 0.7549, con este modelo se puede ajustar la ETo estimada con la metodología de Hargreaves a la metodología de Penman-Montieth, la cual es la metodología más utilizada a nivel mundial.

ABSTRACT

In many countries there are few climate data, for which empirical methods that require little climate data have been developed, this is the case of Mexico. The Penman-Monteith method is the most accurate for estimating potential evapotranspiration (Jensen et al., 1990), however, with the data recorded by conventional stations, this method cannot be used. The objective of this study was to generate a model to adjust the evapotranspiration estimated by the Hargreaves method to the Penman-Monteith method. The Hargreaves, Blaney-Criddle, Thornthwaite and Berti methodologies were tested, the ETo data of each methodology were related to the Penman-Montieth ETo, the selected model was Hargreaves. A regression model was generated to obtain an adjustment value, in such a way that the ETo estimated with the

Hargraves methodology is adjusted to Penman-Montieth. The resulting model was significant (P <0.0001) and with an R2 of 0.7549, with this model the ETo estimated with the Hargreaves methodology can be adjusted to the Penman-Montieth methodology, which is the most widely used methodology worldwide.

INTRODUCCIÓN

La demanda de agua en los cultivos está relacionada con la evaporación y la transpiración, los cuales ocurren simultáneamente y no hay una manera sencilla de distinguir entre estos dos procesos. Aparte de la disponibilidad de agua en los horizontes superficiales, la evaporación de un suelo cultivado es determinada principalmente por la fracción de la radiación solar que llega a la superficie del suelo (Servín, 2015).

El clima, las características del cultivo, el manejo y el medio de desarrollo son factores que afectan la evaporación y la transpiración y los principales parámetros climáticos que afectan este fenómeno son la radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento (Allen *et al*., 2006).

Se conoce como evapotranspiración a la combinación de dos procesos, uno en el que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y otro mediante transpiración del cultivo. Es decir, es la suma de los volúmenes de agua usados por el crecimiento vegetativo por conceptos de transpiración y el agua evaporada desde el suelo adyacente (Allen *et al*., 2006).

Se han desarrollado diversos métodos para estimar los requerimientos hídricos de las especies, estos métodos se clasifican en directos e indirectos. Los primeros proporcionan de manera directa el consumo total de agua requerida utilizando para ello aparatos o instrumentos para su determinación. En los segundos, las necesidades hídricas del cultivo se obtienen de manera indirecta, mediante la utilización de fórmulas empíricas fundamentadas en datos meteorológicos (Vega, 1982).

Para calcular la evapotranspiración potencial (ETo) existen diferentes métodos empíricos, los cuales incluyen datos climatológicos, algunos de ellos son el método de Thornwaite, que solo requiere temperatura y el número teórico de horas de sol, el método de Hargreaves y Samani, que requieren datos de temperatura máxima, mínima y radiación solar, el método de Turc, que requiere datos de temperatura y horas reales de sol, el método de Blaney y Criddle, que requiere datos de la temperatura y de horas luz; pero el más utilizado es el método FAO Penman-Monteith (Monteith, 1981), el cual resuelve el balance de energía y utiliza más variables del clima como la temperatura, velocidad del viento, radiación solar y humedad relativa.

En muchos países se tienen pocos datos de clima, por lo cual se han desarrollados métodos que requieren pocos datos, este es el caso de México. El método de Penman-Monteith es el más preciso para la estimación de la evapotranspiración potencial (Jensen *et al*., 1990), sin embargo, con los datos que registran las estaciones de la CONAGUA, no se puede utilizar este método. Por lo que el objetivo de este estudio fue generar un modelo para ajustar la evapotranspiración estimada por el método de Hargreaves al método de Penman-Monteith.

MATERIALES Y MÉTODOS

En diversas evaluaciones de métodos para estimar la ETo, el de Hargreaves ha resultado por encima del rango medio de precisión, tanto en sitios con clima húmedo como seco (Jensen *et al*., 1990). Por otro lado, se han evaluado diferentes métodos para calcular ETo contra la ecuación de Penman-Monteith, el método de Hargreaves ha resultado con una buena aproximación, (Djaman *et al*., 2015; Ocampo y Rivas 2011).

La fórmula de Hargreaves (Hargreaves y Samani, 1982) para estimar la ETo necesita solamente datos de temperatura y de radiación solar. La expresión general citada con más frecuencia en la bibliografía es la siguiente:

$$ETo = 0.0023(TMed + 17.78)Ro * (TMax - TMin)^{0.5}$$

Donde:
ETo=Evapotranspiración potencial diaria en mm.
Ro = Radiación solar extraterrestre en mm/día (Tablas de Allen *et al.,* 1998)
TMed = Temperatura mensual.
TMax = Temperatura máxima.
TMin = Temperatura mínima.

En este estudio se probaron las metodologías de Hargreaves, Blaney-Criddle, Thornthwaite y Berti, para lo cual se estimaron las ETo diarias para cada método. Posteriormente se utilizó la ETo diaria de una estación automática de la red de monitoreo del INIFAP, la cual de manera automática estima la ETo horaria con la metodología de Penman-Monteith. Los datos de ETo de cada metodología se relacionaron con la ETo de Penman-Montieth. Posteriormente, con el mejor método seleccionado, se estimó la ETo para las 36 estaciones las automáticas del INIFAP en Zacatecas y se corrió un modelo de regresión para ajustar la ETo de la metodología

seleccionada, a la ETo estimada por las estaciones automáticas con la metodología de Penman-Monteith.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de los cuatro modelos de regresión generados, para encontrar la mejor relación de ellos con el método de Penman-Monteith. Ahí se observa que los cuatro modelos resultaron estadísticamente significativos, sin embargo, el valor de R^2 si es diferente entre ellos, variando desde 0.2474 hasta 0.7290. Los mejores modelos resultaron Hargreaves y Berti, siendo muy similares sus parámetros, finalmente se seleccionó Hargreaves, por ser uno de los más utilizados a nivel mundial y porque Berti en realidad es una variante de Hargreaves.

Como se ha mencionado, el método de Hargreaves es el recomendado por la FAO-56 (Allen et al., 2006) cuando no hay datos suficientes para aplicar Penman Monteith y solo se dispone de datos de temperatura.

Cuadro 1. Parámetros de los modelos de regresión obtenidos para cada método de estimación de la ETo.

MÉTODO	PENDIENTE	CONSTANTE	PROBABILIDAD	R^2
Hargreaves	0.9932	21.4113	< 0.0001	0.7251
Blaney-Cridle	1.1021	5.4143	< 0.0001	0.4912
Thornthwait	4.6263	-239.0620	< 0.0001	0.2474
Berti	1.1310	21.2305	0.0002	0.7290

Una vez que se seleccionó al método Hargreaves para estimar la ETo, se estimó este valor para todas las estaciones meteorológicas automáticas del INIFAP, con estos valores y los estimados con la metodología de Penman-Montieth por las mismas estaciones, se corrió un modelo de regresión para obtener un valor de ajuste, de tal manera que la ETo estimada con la metodología de Hargraves sea ajustada a Penman-Montieth.

La Figura 1 muestra la relación entre los dos métodos de estimación. El modelo resultante fue significativo ($P < 0.0001$) y con una R^2 de 0.7549.

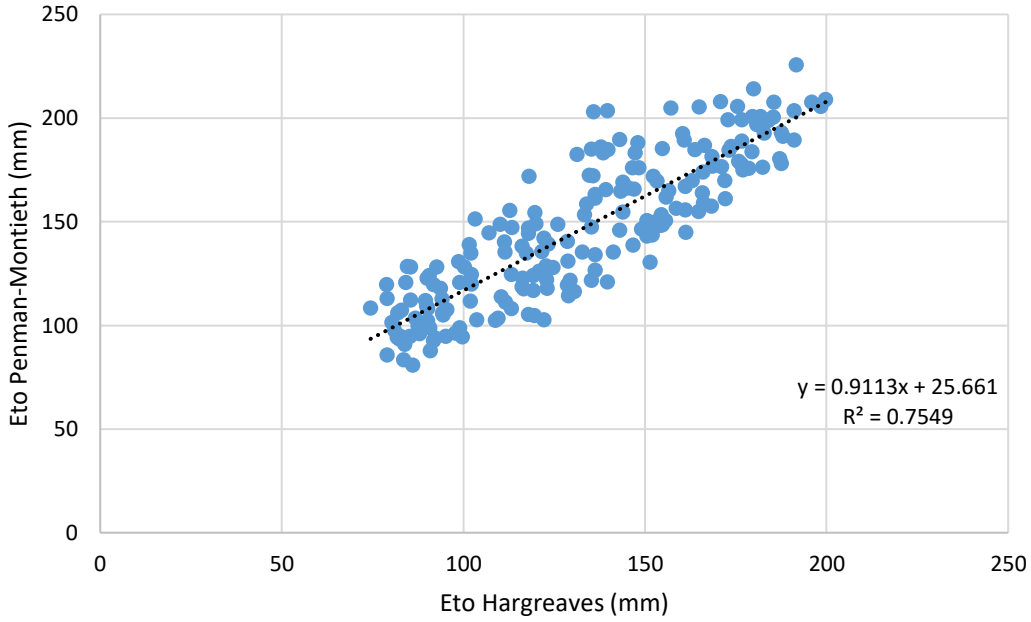


Figura 1. Modelo de regresión entre la ETo estimada por Hargreaves y Penman-Monteith con los datos de todas las estaciones automáticas del INIFAP en Zacatecas.

CONCLUSIONES

Con el modelo generado se puede ajustar la ETo estimada con la metodología de Hargreaves a la metodología de Penman-Montieth, la cual es la metodología más utilizada a nivel mundial.

REFERENCIAS

Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Estudio FAO de Riego y Drenaje No. 56. FAO. Roma. 298 p.

Allen R.G., L.S. Pereira, M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage.Paper 56.

Djaman, K., Balde, A. B., Sow, A., Muller, B., Irmak, S., N'Diaye, M. K. … Saito, K. (2015). Evaluation of sixteen reference evapotranspiration methods under sahelian conditions in the Senegal River Valley. Journal of Hydrology: Regional Studies, 3, 139-159.

Hargreaves, G.H. and Samani, Z.A. 1982 Estimating potential evapotranspiration. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 108, 223-230.

Jensen, M. E., Burman R., D. and R.G. Allen. 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. American Society of Civil Engineers. Irrigation Water Requirements Committee of the Irrigation and Drainage Division. Manuals and Reports on Engineering Practice No. 70. New York. 332 p

Monteith, J. L. 1981. Climatic variation and the growth of crops. Quart. J. Royal Meteorol. Soc. 107: 749-774.

Ocampo, D., y Rivas, R. 2011. Evaluación de métodos de estimación de la evapotranspiración a escala mensual y anual en Argentina: aplicación en zonas húmedas, semiáridas y áridas. CUADERNOS del CURIHAM, Vol. 17, Año 2011.

Servín, P. M. 2015. Sistema para programar y calendarizar el riego en los cultivos en tiempo real. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, México.

Vega, G., J. D. 1982. Uso y manejo del agua. ITESM, Monterrey, N. L.

VALIDACIÓN DEL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SUELO CON AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN EL ALTIPLANO DE SAN LUIS POTOSI

VALIDATION OF SOIL QUALITY IMPROVEMENT WITH CONSERVATION AGRICULTURE IN THE PLATEAU OF SAN LUIS POTOSI

Martínez-Gamiño, M. A.[1*]

[1]Investigador del INIFAP-CIRNE-CE San Luis.
***Autor principal:** martinez.miguelangel@inifap.gob.mx**

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue validar en parcela de productor cooperante en Villa de Reyes, S. L. P., el efecto en la calidad del suelo de la agricultura de conservación, en propiedades específicas de porosidad, densidad aparente, materia orgánica, resistencia mecánica e infiltración. Se seleccionó una parcela con manejo acumulado de agricultura de conservación en el ejido El Rosario en Villa de Reyes, S.L.P. Durante el ciclo primavera verano 2020 se estableció el cultivo de maíz de riego en donde se aplicó el paquete tecnológico desarrollado por el INIFAP para producir maíz de riego con agricultura de conservación. Al llegar el cultivo a floración se determinó la porosidad, densidad aparente, materia orgánica, resistencia mecánica e infiltración. En parcela aledaña, pero con preparación del suelo con barbecho más rastra se realizó las mismas determinaciones del suelo**.** Al no alterar la estructura del suelo, con agricultura de conservación (AC), la porosidad en los primeros 10 cm del perfil del suelo se incrementó en un 9.27% a la registrada con barbecho más rastra (B+R). La diferencia en porosidad se vio reflejada en una densidad aparente menos compacta de 1.53 g cm^{-3} con AC y más compacta en B+R con 1.625 g cm^{-3}. La infiltración inicial en AC fue de 7.5 cm h^{-1}, mientras que con B+R fue de solo 4.1 cm h^{-1}. La resistencia mecánica del suelo con B+R fue de 5,509 KPa, mientras que con AC fue de 3,020 KPa. El aporte de materia orgánica al suelo (MOS) por año fue de 0.409 % con AC, mientras que con B+R fue de 0.084%.

ABSTRACT

The objective of this study was to validate in a cooperative producer plot in Villa de Reyes, S. L. P., the effect on soil quality of conservation agriculture, on specific soil properties of porosity, apparent density, organic matter, mechanical resistance and infiltration. A plot with accumulated management of conservation agriculture was selected in the ejido El Rosario in Villa de Reyes, S.L.P. During the spring summer 2020 cycle, irrigated maize was sowed applying the technological package developed by INIFAP to produce irrigated maize with conservation agriculture (AC). At flowering maize stage, porosity, apparent density, organic matter, mechanical resistance, and infiltration were determined. In a nearby plot, but with traditional tillage (plow and disk), the same determinations of soil were made. By not altering the structure of soil, with AC, the porosity in the first 10 cm of the soil profile was increased by 9.27% to that with B+R. The difference in porosity was reflected in a less compact apparent density of 1.53 g cm^{-3} with AC and more compact in B+R with 1,625 g cm^{-3}. Initial infiltration in AC was 7.5 cm h^{-1}, while with B+R it was only 4.1 cm h^{-1}. Soil mechanical strength with B+R was 5,509 KPa, while with AC it was 3,020 KPa. The contribution of organic matter to the soil (MOS) per year was 0.409 % with AC, while with B+R it was 0.084%.

INTRODUCCION

La mecanización del campo es un gran logro tecnológico de la humanidad, pues aligeró los trabajos en la producción de alimentos. Sin embargo, las labores más comunes de preparación del suelo, barbecho más rastra, fueron aceptadas y difundidas sin una evaluación científica en cuanto a su efecto en la calidad del suelo y el desarrollo de los cultivos (Delgado *et* al., 2011). La posibilidad de trabajar grandes extensiones opacó los efectos negativos que desde un inicio se presentaron en el suelo al destruir su estructura y, dejarlo sin protección vegetal por largos períodos expuesto a la acción erosiva del viento y de las lluvias. El problema de erosión eólica, o "dust bowl", registrado durante la década de los años 1930´s en la Gran Planicie en los Estados Unidos, es un ejemplo del problema generado al laborear los suelos. Las grandes extensiones de pastizales fueron barbechadas para ser incorporadas a la agricultura. Al invertir el perfil del suelo, se destruyó la cubierta vegetal que lo protegía, así como su estructura, exponiendo la capa arable a la superficie del suelo. Ante este problema se generaron dos corrientes en la producción agrícola, una que adopto sin reservas el uso de implementos agrícolas y que desembocó en la revolución verde y la otra corriente, fue la que procuró una agricultura que no disturbara por completo el suelo, dejar residuos de cosecha y realizar rotaciones de cultivos y que se conoce como agricultura de conservación (Giller *et* al., 2015).

En México, el modelo que más se popularizó fue el primero, al grado de aceptarse sin evidencias experimentales, la preparación del suelo con barbecho más rastra en todos los climas, tipos de suelo y condición de humedad. Los productores y técnicos mexicanos hemos sido educados en base a este modelo de producción agrícola, de tal forma que cualquier método alternativo y diferente al barbecho más rastra, resulta difícil de ser aceptado, aun cuando en la actualidad se cuenta con información científica de los beneficios de la agricultura de conservación (Martínez-Gamiño *et al., 2014*). En 2019 se generó la tecnología "Mejoramiento de la calidad del suelo con agricultura de conservación en el Altiplano de San Luis Potosí", en donde al no alterar la estructura del suelo, con agricultura de conservación (AC), la porosidad en los primeros 10 cm del perfil del suelo se incrementó en un 94.6% a la registrada con barbecho más rastra (B+R). La diferencia en porosidad se vio reflejada en una densidad aparente menos compacta de 1.24 g/cm^3 con AC y más compacta en B+R con 1.39 g/cm^3. La infiltración inicial en AC fue de 9.398 cm/h, mientras que con B+R fue de solo 0.398 cm/h. La resistencia mecánica del suelo con B+R fue de 6,000 KPa, mientras que con AC fue de 1,544 KPa. El aporte de materia orgánica al suelo (MOS) por año fue de 1.57%, en la zona de siembra con AC, mientras que con B+R fue de 0.109% y el aporte de mayor cantidad de MOS favoreció una mayor estabilidad de los agregados del suelo al contacto con el agua. El objetivo de este estudio fue validar el efecto en la calidad del suelo de la agricultura de conservación, en propiedades específicas de porosidad, densidad aparente, materia orgánica, resistencia mecánica e infiltración.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionó una parcela con manejo acumulado de agricultura de conservación en el ejido El Rosario en Villa de Reyes, S.L.P. Durante el ciclo primavera verano de 2020 se estableció el cultivo de maíz de riego de acuerdo al paquete tecnológico desarrollado por el INIFAP para producir maíz de riego con agricultura de conservación. Al llegar a floración, se determinó la porosidad y densidad aparente mediante el método de la barrena de volumen conocido, el aporte de materia orgánica, mediante la estimación del peso seco de la raíz del cultivo de maíz y la cantidad de rastrojo que se incorporó al perfil del suelo al final del último ciclo del cultivo (2019), la resistencia mecánica se obtuvo con un penetrometro digital y la infiltración mediante el método del doble cilindro.

En parcela aledaña, pero con preparación del suelo con barbecho más rastra se realizaron las mismas determinaciones del suelo. Para realizar un análisis estadístico, con el paquete estadístico NLSTAT, de las variables en estudio se tomaron tres muestras en cada método de preparación del suelo y se analizaron las medias con grupos apareados con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSION

No se detectaron diferencias estadísticas en las variables de densidad aparente y porosidad, sin embargo, es evidente una mejoría en la porosidad debido al efecto de las raíces de los cultivos de maíz en años pasados y a la acumulación de materia orgánica. En la parcela con agricultura de conservación (AC), al final del ciclo de cultivo de maíz en 2019 se incorporó todo el rastrojo, el cual equivalió a 15.0 t ha^{-1}, mientras que en la parcela con barbecho más rastra (B+R) se sacó todo el rastrojo y solo se incorporaron 4.0 t ha^{-1} que correspondieron a las raíces del cultivo, pero que prácticamente desaparecieron al barbecharse y rastrearse el suelo. Esta cantidad de materia orgánica añadida al suelo corresponde a un incremento anual del 0.409 % en AC, mientras que en B+R fue de solo 0.0804 %. Esta información indica que la AC es un método que permite incorpora al menos 0.4 % de materia orgánica al suelo, de acuerdo a las sugerencias emitidas por la FAO, 2015, para evitar la degradación de los suelos agrícolas.

En las variables de infiltración y resistencia mecánica, sí se detectaron diferencias significativas ($P<0.05$) favorables al tratamiento con AC. En La Figura 1, se aprecia como la infiltración inicial con AC fue de 7.5 cm h^{-1}, mientras que con B+R fue de 4.1 cm h^{-1}. Lo anterior se explica por la mayor porosidad en AC y una mejor estructura del suelo generada por la acumulación de materia orgánica en el suelo.

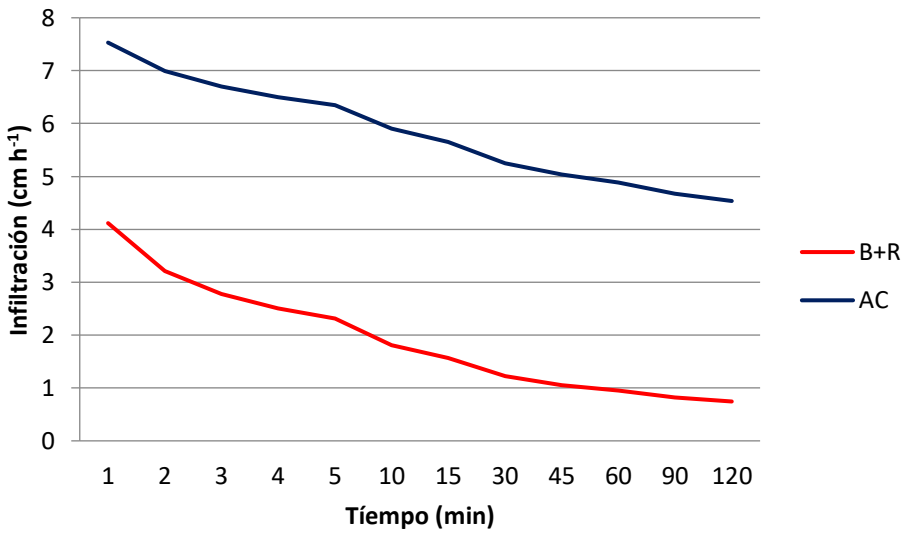


Figura 1. Infiltración del agua en el suelo con los tratamientos de agricultura de conservación (AC) y barbecho más rastra (B+R) en Villa de Reyes, San Luis Potosí.

En la Figura 2, se muestra la resistencia mecánica en un perfil de 0-0.45 m, y en donde la dureza del suelo fue hasta de 5,509 KPa con B+R y de 3,020 KPa con AC. La dureza o compactación del suelo restringe el desarrollo de la raíz cuando un suelo es constantemente barbechado, sin embargo, cuando se incorpora materia orgánica y poco a poco se va

mejorando la porosidad y estructura del suelo, se generan condiciones menos compactas en el suelo con AC.

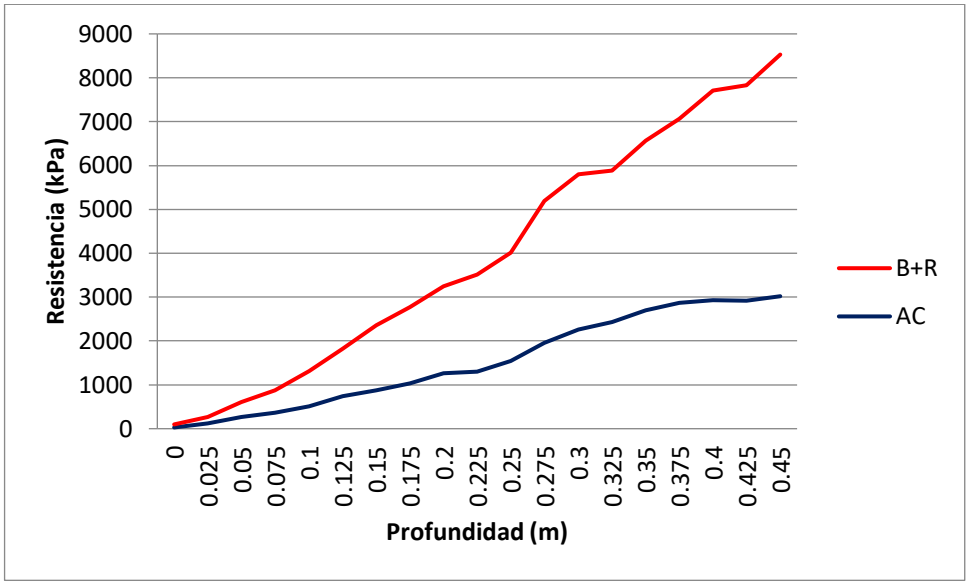


Figura 2. Resistencia mecánica del suelo con los tratamientos de agricultura de conservación (AC) y barbecho más rastra (B+R) en Villa de Reyes, San Luis Potosí.

CONCLUSIONES

Al no alterar la estructura del suelo con agricultura de conservación (AC) y la incorporación de la menos 0.4 % de materia orgánica al suelo favorecieron una mejor porosidad, una densidad aparente menos compacta, una mayor infiltración inicial y un suelo menos compacto, mientras que con el B+R, esas propiedades se afectaron negativamente.

REFERENCIAS

Delgado, J.A., P.M. Groffman, M.A. Nearing, T. Goddard, D. Reicosky, R. Lal, N.R. Kitchen, C.W. Rice, D. Towery, and P. Salon. 2011. Conservation practices to mitigate and adapt to climate change. J. Soil and Water Conservation. 66(4):118A129A.

FAO. 2015. The impact of natural hazards and disasters on agriculture and food and nutrition security: a call for action to build resilient livelihoods. Rome.

Giller, K.E., J.A. Andersson, M. Corbeels, J. Kirkegaard, D. MOrtensen, O. Erenstein, and B. Vanlauwe. 2015. Beyond conservation agriculture. Frontiers in Plant Science. 6(870):1-14.

Martínez G. M. A., Jasso Ch. C., Osuna C. E., Reyes M. L.,Huerta D. J. y Figueroa S. B. 2014. Efecto del fertirriego y labranza de conservación en propiedades del suelo y el rendimiento de maíz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol. 5 (6) 16.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA INCIDENCIA DE PUDRICIÓN DE COGOLLO DEL HENEQUÉN EN YUCATÁN

CURRENT SITUATION OF THE INCIDENCE OF HENEQUÉN BUD ROT IN YUCATAN

Díaz-Plaza, Raúl[1*]; Rubén Guerrero Medina[1]

[1]INIFAP, Campo Experimental Mocochá, km 25 antigua carretera Mérida-Motul, C.P. 97454, Mocochá, Yucatán, México.

***Autor principal*: diaz.raul@inifap.gob.mx**

El henequén fue por mucho tiempo el ícono de Yucatán, un cultivo histórico; la zona henequenera aún conserva una superficie importante de este cultivo, cerca de 12,500 has, las cuales están en espera de que las fibras naturales adquieran la importancia mundial que algún día tuvieron, para que la zona vuelva a ser autosuficiente y que la gente que vive de la actividad lo haga con dignidad. Sin embargo, el cultivo se enfrenta actualmente a problemas fitosanitarios. La pudrición de cogollo, una enfermedad que fue reportada desde 1982, con incidencias muy bajas, y que no justificaban acciones para su control; ahora los productores han manifestado su preocupación pues manifiestan que esta enfermedad puede acabar con el henequén. El objetivo de este trabajo fue: determinar la situación actual en cuanto al nivel de incidencia de la enfermedad y establecer si es un riesgo para el cultivo y pudiera generar pérdidas de importancia económica. El estudio se llevó a cabo en 5 de los municipios más importantes en cuanto a la producción de henequén en la actualidad, se comparó la enfermedad referida por los productores con la anteriormente registrada, se realizaron muestreos y cuantificaciones para determinar su incidencia total en estos municipios. Se encontró que el promedio de incidencia en los municipios es de 21%, llegando a ser de 25% en uno de ellos (Telchac y Dzemul). Este nivel de incidencia es grave pues puede eliminar hasta 731 plantas de las 2700 que se establecen por ha. Por lo cual es necesario hacer estudios para determinar cuáles son los factores que han propiciado el incremento de la enfermedad, y por supuesto estudios de manejo y control de la enfermedad.

ABSTRACT

Henequen was for a long time the icon of Yucatán, a historical crop; The henequen zone still conserves an important surface of this crop, about 12,500 hectares, which are waiting for the natural fibers to acquire the global importance that they once had, so that the area becomes self-sufficient again and that the people who live of the activity do it with dignity. However, the crop is currently facing phytosanitary problems. The bud rot, a disease that was reported since 1982 with very low incidences, and that did not justify actions for its control; now the producers have expressed their concern because they say that this disease can kill henequen. The objective of this work was: to determine the current situation regarding the level of incidence of the disease and to establish if it is a risk for the crop and could generate losses of economic importance. The study was carried out in 5 of the most important municipalities in terms of henequen production at present, the disease referred by the producers was compared with the one previously registered, samplings and quantifications were carried out to determine its total incidence in these municipalities. It was found that the average incidence in the municipalities is 21%, reaching 25% in one of them (Telchac and Dzemul). This level of incidence is serious because it can eliminate up to 731 plants of the 2,700 that are established per ha. For this

reason, it is necessary to carry out studies to determine which are the factors that have caused the increase of the disease, and of course studies of management and control of the disease.

INTRODUCCIÓN

El henequén, cultivo histórico para el estado de Yucatán, tanto económica como socialmente, e incluso en una etapa para el país, ha afrontado a través de los últimos 50 años, diversas situaciones sociopolíticas (Diaz et al, 2009) que le han afectado significativamente al grado que en la actualidad se cultiva solo el 4% de la superficie que se cultivaba hace poco más de 100 años (El financiero 2013).

Además de la situación arriba citada, otros problemas del cultivo que han afectado su desarrollo y productividad son los fitosanitarios. En particular uno de ellos, la pudrición de cogollo, que consiste en una pudrición seca del centro del cogollo o verticilo de donde surgen y se generan las hojas, el cual al ser atacado, las hojas que se generan están atacadas y aparecerán como cortadas a la mitad, por lo cual no serán comerciales (Guerrero y Diaz 2011; Díaz 1993; Diaz 1988); hasta el momento no se realizaba ninguna práctica para su manejo y control debido a que su incidencia era muy baja, de aproximadamente un 0.5 al 1%, sin embargo recientemente algunos productores han expresado su preocupación debido a que su incidencia se ha incrementado dramáticamente.

Considerando lo anterior, se realizó un muestreo para determinar la incidencia y efecto de la enfermedad de las plantaciones de henequén de la Zona Henequenera actual de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Zona Henequenera del estado de Yucatán. La cual se ubica en la parte centro norte del estado abarcando cerca de 60 municipios que aún realizan la actividad, aunque nueve de ellos agrupan un poco más del 60% de la superficie. En cinco de estos nueve municipios (dos de la zona norte: Telchac y Dzemul; dos de la zona centro: Motul y Baca; y uno de la zona sur: Izamal) se realizó el recorrido y muestreo, en cada uno de ellos, visitando cinco planteles en etapa de producción (de aproximadamente 4 has. cada uno), de entre 8 a 18 años de establecidos.

Inicialmente, se compararon los síntomas de la enfermedad reportada con anterioridad, con la que actualmente se está reportando el incremento de la incidencia, documentando fotográficamente los síntomas de las plantas en diferentes etapas de la plantación.

Figura 1: Planta de henequén con pudrición de cogollo en fase inicial. Se aprecia la zona necrótica en hoja que aún está adherida al cogollo.

Para evaluar la incidencia de la pudrición de cogollo, en cada ha. se muestrearon 360 plantas, del total establecida, la cual es de aproximadamente 2700 plantas (densidad de siembra tradicional aproximadamente), muestreo al 95% de confianza con un 5% de error. De tal forma en cada plantel de 4 has. se muestrearon cerca de 4200 plantas.

Se tomaron como plantas enfermas, aquellas que presentaron los síntomas característicos (figura 1; hojas internas con colación pálida amarillenta o necrosis en hoja que está a punto de soltarse el verticilo o cogollo) hasta aquellas que ya presentaban pudrición evidente del verticilo central, pérdida evidente de hojas o muerte de la planta.

El método de muestreo fue el de 5 de oros en una sola banda (Montesinos et al 2009); evaluando a partir del primer foco o planta positiva, 15 plantas por hilera en muestreo sistemático 1X3, y 5 hileras en cada banda del cuadrante, de esta forma se evalúan 72 plantas por cuadrante, dando un total de 360 plantas evaluadas por ha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presentan las incidencias de pudrición de cogollo por zona muestreada (en este caso cada lote se compone de dos sitios, uno de cada municipio evaluado); la zona que presentó la mayor incidencia fue la norte (Telchac y Dzemul) seguido de la centro (Motul y Baca).

El análisis estadístico de comparación de medias detectó diferencias estadísticas; la norte y centro son estadísticamente iguales y diferentes estas en comparación con la del sur. Biológicamente hay mayor impacto en la zona norte al tener la mayor incidencia con 25% de plantas afectadas.

Cuadro 1: Incidencia de pudrición de cogollo en tres áreas (5 principales municipios) de la zona henequeneros de Yucatán (literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas, según Tukey P≤0.05).

Área muestreada	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Promedio
Norte de zona henequenera (Telchac-Dzemul)	25	22	28	21	30	25 a
Centro de zona henequenera (Motul, Baca)	17	14	23	28	22	21 a
Sur de Zona henequenera (Izamal)	12	16	17	22	21	17 bb
PROMEDIO GENERAL						21

Aunque los porcentajes de incidencia parecieran bajos, por el daño que suele presentarse en la planta, que es la destrucción total de la misma, es muy alarmante este incremento de la incidencia, ya que, representa un incremento sustancial de esta enfermedad en el cultivo comparando datos de 1982 en donde se registraron incidencias de la enfermedad de tan solo un 1-3%, lo cual no representaba una pérdida significativa en la plantación; mientras que los datos detectados reflejan un incremento de aproximadamente 800% en la incidencia, y una posible pérdida de plantas de entre 475 a 731 plantas por ha.

Una situación particular que fue observada en una de las plantaciones fue la posible recuperación de una planta, situación no muy común debido a que las plantas susceptibles normalmente se pierden y terminan por morir.

Figura 2: Panel a), Planta con pudrición de cogollo que muestra hojas cortadas por la enfermedad, y la flecha de más superior muestra al cogollo con el daño por el cual las hojas se cortan a la mitad. Panel b), planta de henequén que presente en una hoja el daño característico de la enfermedad, sin embargo el cogollo parece haberse recuperado.

CONCLUSIONES

La sintomatología de la enfermedad de las plantas muestreadas y evaluadas corresponde a las reportadas por Díaz (1988) quien reporta por primera vez esta enfermedad, dichos síntomas tienen como características principales los siguientes: la pudrición se aprecia hasta que el cogollo “suelta” una de las hojas y en la parte interna ya se observa la siguiente hoja con una coloración amarillo pajizo, que contrasta con el verde claro de las hojas normales, o

incluso puede presentarse y observarse una necrosis en la parte central de la hoja que aún queda adherida al cogollo; etapas avanzadas incluyen plantas con hojas necrosadas por la parte central de la hoja, que las desgarra, perdiéndose la parte superior de la hoja, por tanto perdiéndose la hoja en su totalidad; finalmente, al podrirse por completo el cogollo, la planta muere y así el total de las hojas que quedaban en la planta. El mismo autor menciona que la incidencia de la enfermedad se presentaba en con una incidencia muy baja, entre el 1-3%, lo cual contrasta con el 17-25% observado en la actualidad. La pérdida de plantas por la enfermedad actualmente se convierte en una limitante en la productividad del cultivo, pues la pérdida de plantas es alta a diferencia de los 80´s, cuando Díaz (1988) menciona que no es necesario realizar actividades para el manejo de la enfermedad, mientras que ahora es una demanda de los productores que ven diezmada su plantación; demanda que deberá de retomar alguna dependencia u entidad que apoye a encontrar métodos económicos para el control de la enfermedad, ya que en el cultivo es de baja inversión y tradicionalmente no se realizan aplicaciones para el manejo de plagas y enfermedades. No obstante lo anterior, se encontró una planta que aparentemente se está recuperando de la enfermedad, lo cual puede indicar alguna posibilidad de resistencia a la misma.

REFERENCIAS

Díaz P.R. 1988. Principales enfermedades del henequén. Folleto Técnico No 4. SARH-INIFAP. Yucatán, México. 20 p.

Díaz P.R. 1993. Capitulo; Enfermedades y su control en: HENEQUEN, 1993 (Barrera H.J.A. y Díaz P.R.). SARH-INIFAP. Publicación especial. Yucatán, México. 38-42 pp.

Díaz P.R., Piña R.J. y Barrera H.J.A. 2009. Análisis de la Comunicación de Innovaciones en la Experiencia Henequenera. INIFAP-CIRSE. Yucatán, México. 228 p.

El financiero. 2013. Área de cultivo de henequén en Yucatán crece 25% en seis años, https://www.elfinanciero.com.mx/peninsula/area-de-cultivo-de-henequen-en-yucatan-crece-25-en-seis-anos/ [Fecha de consulta 15 de agosto de 2020].

Guerrero M.R. y Díaz P.R. 2011. Paquete tecnológico de Henequén (Agave fourcroydes). SAGARPA-INIFAP. Folleto para productores. Yucatán, México, 20 p.

Montesinos L.O.A., Luna E.I., Hernández S.C.M. y Tinoco Z.M.A. 2009. Muestreo estadístico. Tamaño de muestra y estimación de parámetros. Universidad de Colima. Colima, Colima, México.

RENDIMIENTO DE MAÍZ (*Zea mays,* L.) BAJO RIEGO POR GOTEO, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

CORN YIELD (Zea mays, L.) LOW DRIP IRRIGATION, IN THE YAQUI VALLEY, SONORA

Marroquín-Morales, José Á.[1]; Ortiz-Enríquez José E.[1]; Padilla-Valenzuela Isidoro[1]; Félix-Valencia Pedro[1]; Gayosso-Barragán Odilón[2]

INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug[1], CENID-AF-INIFAP. Carretera Ojuelos-Lagos de Moreno km 8.5, Ojuelos, Jalisco, México.[2]. *Autor principal: marroquin.jose@inifap.gob.mx

RESUMEN

La superficie de maíz del 2008-2009 al 2018-2019 ha variado de 7,411 a 49,843 ha, el área se ha venido incrementando y una de las razones es porque la superficie de trigo ha disminuido debido a su baja rentabilidad. El rendimiento del 2008-2009 al 2013-2014 fue el mismo con 6,369 kg/ha, del 2014-2015 aumentó hasta 9 t/ha, esto debido al cambio de la fecha de siembra. El maíz demanda bastante agua, se aplican siete riegos en total bajo riego por superficie, con una lámina neta de 95 cm (9.5 millares de m^3/ha). Este trabajo se realizó en el ciclo 2018-2019 en el Block 2228 del Valle del Yaqui, se validó el sistema de riego por goteo en una superficie de 16.6 ha. El rendimiento fue de 18 t/ha, rendimiento alto rara vez obtenido en el Valle del Yaqui, con características excelentes de calidad y una lámina aplicada de 41.22 cm. La productividad del agua fue de 22.7 litros de agua para producir un kilo de maíz o 4.39 kg por cada m^3 de agua aplicado. Para trigo se requieren 1,100 litros/kilo con riego por superficie y 602 litros/kilo para riego por aspersión y goteo.

ABSTRACT

The area of corn from 2008-2009 to 2018-2019 has varied from 7,411 to 49,843 ha, the area has been increasing and one of the reasons is because the area of wheat has decreased due to its low profitability. The yield from 2008-2009 to 2013-2014 was the same with 6,369 kg / ha, from 2014-2015 it increased to 9 t/ha, this due to the change in the sowing date. The corn demands enough water, seven irrigations are applied in total under surface irrigation, with a water table of 95 cm (9.5 thousands of m^3 / ha). This trail was carried out in the 2018-2019 cycle with in the Block 2228 in the Yaqui Valley, the drip irrigation system on an area of 16.6 ha was validated. The yield was 18 t/ha, high yield rarely obtained in the Yaqui Valley, with excellent quality characteristics and an applied water table of 41.22 cm. Water productivity was

22.7 liters of water to produce a kilo of corn or 4.39 kg per m^3 of water applied. For wheat, 1,100 liters / kilo are required with surface irrigation and 602 liters / kilo for sprinkler and drip irrigation.

INTRODUCCIÓN

El centro de origen del maíz (*Zea mays*, L. ssp *mays*) es la Región de Mesoamérica, las tierras altas de México. El principal productor de maíz es USA, México está en el octavo lugar. El trigo ocupa la mayor superficie agrícola del Valle del Yaqui, Sonora, complementada maíz, el cual ha sido parte de la secuencia de cultivos con superficie variable en función de la demanda de grano, el precio al productor y la disponibilidad de agua en las presas. La superficie con maíz del ciclo 2008-2009 al 2018-2019 ha variado de 7,411 a 49,843 ha, del 2015-2016 a la fecha el área de siembra se ha venido incrementando y una de las razones es porque la superficie de trigo ha bajado en la región debido a la baja rentabilidad del mismo. En relación al rendimiento de grano de maíz del ciclo 2008-2009 al 2013-2014 fue prácticamente el mismo con un promedio de 6,369 kg/ha, del 2014-2015 el rendimiento ha aumentado hasta 9 ton/ha promedio a la fecha, un incremento del 30%, esto se explica porque los productores maiceros han cambiado la fecha de siembra tomando el riesgo de sembrar tarde (entre noviembre y diciembre) como una manera de aumentar el rendimiento y disminuir el riesgo por heladas.

El maíz de otoño-invierno demanda bastante agua, se aplican alrededor de siete riegos en total bajo riego por superficie, con una lámina neta de entre 90 a 100 cm (9 a 10 millares de m^3/a), es decir, un 30% más agua que el trigo, muy similar al algodonero y esto limita de alguna manera el incremento de la superficie. La siembra comercial de maíz bajo riego presurizado sea riego por goteo o por aspersión es mínima y puede ser una forma de aumentar rendimiento y aumentar la productividad del agua. El objetivo de este trabajo fue evaluar el sistema de riego por goteo en el cultivo de maíz semi- comercial con un productor cooperante.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el ciclo otoño-invierno 2018-2019 en una parcela agrícola de un productor del Valle del Yaqui, localizado en el Block 2228, con una superficie de 16.6 ha. El tipo de suelo fue arcilloso, se realizó un análisis de suelo antes de sembrar. El método de análisis para fósforo fue el de Bray P1, para nitrógeno fue el de Brucina, para la conductividad eléctrica fue el de Puente de Conductividad y para los microelementos fue el de absorción atómica. El cultivo anterior fue garbanzo también regado con riego por goteo, la preparación del terreno fue cinceleo, doble paso de rastra, no se fertilizó en pre siembra tampoco al momento de la siembra, trazo de camas a 1.50 m de separación y las hileras de siembra separadas a 70 cm, o sea a 35 cm a cada lado de la cinta de riego. La instalación de la cinta

de riego fue a 5 cm de profundidad y calibre 7 mil, con un gasto de 1.1 litros por hora a 14 Libras y goteros separados a 30 cm, posteriormente se aplicó el riego de pre siembra sin ningún otro producto.

La siembra se realizó en húmedo el 5 de diciembre de 2018, se utilizó una sembradora de precisión marca Monosem, depositando 9 semillas por metro lineal a 6 cm de profundidad, con una población de 128,571 semillas/ha y se sembró el híbrido Dekalb 4050. Después de la siembra se aplicó el herbicida Gramoxone (Paraquat) con una aspersora para el control de maleza. El manejo del riego se llevó a cabo con base en la humedad del suelo (utilizando sensores marca Watermark), clima, lámina de agua aplicada y conocimiento personal (el autor es especialista en Irrigación). En cuanto a la fertilización solo se aplicó nitrógeno en forma de urea como ferti-irrigación, en total 450 kg/ha de urea equivalente a 207 kg/ha de nitrógeno aplicados en cuatro riegos. La recolección se realizó con cosechadora comercial (Combinada marca John Deere Modelo 9770 STS). Las variables que se tomaron fueron el rendimiento de grano y sus características de calidad y la lámina de riego aplicada por riego y total.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de suelo

El tipo de suelo fue arcilloso, la conductividad eléctrica o contenido total de sales de ocho muestras, el promedio a 00-30 cm de profundidad fue de 3.2 mS/cm y de 30-60 cm fue de 3.0 mS/cm, de acuerdo a Maas y Hoffman 1977, citados por Ruíz en 2018, el maíz a 1.7 mS/cm ya inicia a disminuir r el rendimiento y por cada unidad de incremento en la salinidad el rendimiento disminuye en un 12%. El pH a 00-30 cm fue de 7.64 y a 30-60 cm fue de 7.59, muy similar en ambas profundidades y clasificado como ligeramente alcalino. El contenido de Nitrógeno a 00-30 cm fue de 167 kg/ha, clasificado de medio a alto (alto de acuerdo al laboratorio) y de 30-60 cm el contenido fue de 163 kg/ha. El Fósforo con 128 kg/ha (muy alto) en la capa 00-30 cm y de 112 kg/ha en estrato 30-60 cm (Bernal, 2015). Con estos resultados se tomó la decisión de no fertilizar en pre siembra o al momento de la siembra, sólo como ferti-irrigación en los riegos de auxilio.

Aplicación de los riegos y lámina de riego aplicada.

En el Cuadro 1 se muestra la cantidad de agua aplicada al maíz o lámina de riego aplicada, en el riego de pre siembra (RP) se aplicaron 9.77 cm, cerca de 1 millar de m^3/ha (mm^3), se aplicaron once riegos de auxilio (RA) en total con láminas de 1.67 a 4.28 cm cada riego. La aplicación de los riegos se realizó dependiendo de la humedad del suelo (sensores marca Watermark), clima, fenología y experiencia propia. Solamente el primer riego de auxilio (R1) se retrasó debido a que al inicio las temperaturas son bajas (-2 a 8 grados centígrados),

posteriormente los intervalos se reducen de abril en adelante ya que las temperaturas aumentan y la evapotranspiración también se incrementa (28 a 36 grados). La lámina total aplicada incluyendo el riego de pre siembra más los riegos de auxilio fue de 41.22 cm o 4.122 mm^3/ha. En riego por superficie se aplican alrededor de 95 cm de lámina de riego.

Cuadro 1. Lámina de riego aplicada, Intervalo de riego y etapa fenológica en maíz regado bajo riego por goteo, en el Valle del Yaqui, Sonora. 2018-2019

Fecha	Intervalo de riego días	Lámina aplicada en cm	Etapa Fenológica	Fertilización
R1, RP, 15-11-18	0	9.77	--	no
5-12-18	19	-	Siembra	no
R2, 1RA, 23-1-19	48	4.28	V4 (4ta hoja)	si
R3, 2RA, 15-2-19	23	3.85	V6	si
R4, 3RA, 8-3-19	21	3.96	V10	si
R5, 4RA, 27-3-19	19	3.22	R1 (floración)	si
R6, 5RA, 4-4-19	8	1.78	R1	no
R7, 6RA, 13-4-19	9	3.22	R2	no
R8, 7RA, 20-4-19	7	3.22	R2	no
R9, 8RA, 27-4-19	7	1.95	R4 (grano tierno)	no
R10, 9RA, 1-5-19	4	2.63	R5	no
R11, 10RA, 7-5-19	6	1.67	R6 (madurez)	no
R12,11RA, 15-5-19	7 (160 días)	1.67 (**41.22**)	R6	no

Rendimiento de grano y productividad del agua.

La cosecha fue con trilladora comercial el 25 de junio de 2019 a los 202 días del ciclo vegetativo. El rendimiento promedio de las 16.6 ha fue de 18.126 t/ha como rendimiento de campo, ya con descuentos por castigo en la recepción y ajustado el rendimiento a pagar fue de 17.862 ton/ha. La lámina total de agua aplicada fue de 41.22 cm, la productividad del agua fue que se necesitaron 22.7 litros de agua para producir un kilo de grano de maíz o de otra manera se produjeron 4.39 kg por cada m^3 de agua aplicado. Ortiz (2017), ha documentado en diferentes trabajos la productividad del agua para diferentes cultivos y la mayor productividad se ha obtenido con riego presurizado, así para trigo se requieren 1,100 litros/kilo

con riego por superficie, 602 litros/kilo para riego por aspersión y goteo, para naranja se requieren 720 litros/kilo para riego por superficie y 343 litros/kilo para riego por goteo.

Cuadro 2. Características de la cosecha de maíz con goteo, Valle del Yaqui, Sonora. 2018-2019

Características	Valores
Peso hectolitrito o peso específico	74.2-75.9
Humedad	14.40-16.00%
Impurezas en el grano	1.7 %
Daño en el grano	1.5 %
Grano quebrado	1.8 %
Peso total de campo	300.890 ton
Rendimiento de campo	18,126 kg/ha
Castigos o descuentos totales	4,385 kg
Rendimiento a pagar	**17,862 kg/ha**

CONCLUSIONES

El rendimiento de grano de maíz fue de 18,126 kg/ha. Este rendimiento rara vez se ha obtenido en el Valle del Yaqui. La lámina de riego total aplicada en todo el ciclo de maíz fue de 41.22 cm. La productividad del agua fue de 22.7 litros para producir un kilo de grano de maíz, una productividad muy eficiente.

REFERENCIAS

Bernal, T. Carlos. 2015. El suelo, el agua y los fertilizantes. Libro técnico. Imprenta: Talleres gráficos de impreformas del Yaqui, S.A. Cd. Obregón, Sonora.

Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Yaqui. 2019. Estadísticas de cultivos. Cd, Obregón, Sonora.

Maas, E.V. and Hoffman, G.J. 1977. Crop Salt Tolerance-Current Assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division, 103, 115-134. En: Ruíz, C.S.2018. Curso de Salinidad. Enero 2018. Guadalajara, Jalisco.

Ortiz, E.J.E. 2017. Productividad del agua de diferentes cultivos bajo diferentes sistemas de riego en el Valle del Yaqui, Sonora. Documento electrónico no publicado. Campo Experimental Norman E. Borlaug-CIRNO-INIFAP.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). 2019. Estadística de Cultivos en el Distrito de Desarrollo Rural 148 Cajeme. Cd. Obregón, Sonora.

MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO CON SENSORES PARA LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN GARBANZO (*Cicer arietinum*, L.) BAJO RIEGO POR GOTEO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

MONITORING OF SOIL MOISTURE WITH SENSORS FOR THE PROGRAMMING OF IRRIGATION IN GARBANZO (Cicer arietinum, L.) LOW DRIP IRRIGATION IN THE VALLEY OF YAQUI, SONORA

Marroquín-Morales, José Á.[1]; Ortiz-Enríquez José E.[1]; Padilla-Valenzuela Isidoro[1]; Félix-Valencia Pedro[1]; Gayosso-Barragán Odilón[2].

INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug[1], CENID-AF-INIFAP. Carretera Ojuelos-Lagos de Moreno km 8.5, Ojuelos, Jalisco, México.[2]. *Autor principal: marroquin.jose@inifap.gob.mx

RESUMEN

En el Valle del Yaqui, Sonora se siembran cerca de 10,000 ha de garbanzo y el precio varía entre 15,000 a $20,000 pesos por ton, en el ciclo 2016-17 fue histórico y se pagó a $30,000/ton, pero los dos últimos años ha sido difícil venderlo. El manejo del agua es un factor limitante y se considera de baja demanda, aunque responde a un buen nivel de humedad en el suelo y se cultiva bajo riego por gravedad, muy poco con riego presurizado. Este trabajo se realizó en el ciclo 2018-19 con productor en el Block 2228, en un suelo arcilloso, se fertilizó solamente con 50 kg/ha de urea. Se utilizó el sistema de riego por goteo, con cintas a 1.60 m de separación e hileras a 70 cm en una superficie de 265 ha. El rendimiento fue de 2,897 kg/ha, con el 87% de exportación, con un tamaño de grano de 49 granos/30 gramos y calibre 47. La lámina de agua aplicada fue de 23.60 cm y la productividad del agua fue de 815 litros por kilo de grano.

ABSTRACT

In the Yaqui Valley, Sonora is planted about 10,000 ha of chickpea and the price varies between 15,000 to $ 20,000 pesos per ton, in the 2016-17 cycle it was historic and was paid at $ 30,000/ ton, but the last two years have been hard to sell. Water management is a limiting factor and is considered of low demand, although it responds to a good level of humidity on the soil and is cultivated under surface irrigation, very little with pressurized irrigation. This work was carried out in the 2018-19 cycle with a grower in Block 2228, in a clay soil; it was only fertilized with 50 kg/ ha of urea. The drip irrigation system was used, with tape at 1.60 m of separation and rows at 70 cm on an area of 265 ha. The yield was 2,897 kg/ha, with 87%

export, with a grain size of 49 grains/30 grams and 47 caliber. The applied water table was 23.60 cm and the water productivity was 815 liters per kilo of grain.

INTRODUCCIÓN

En Sonora, se siembran 20,000 ha de garbanzo, con un rendimiento de 2.3 ton/ha y con un valor de 400 millones de pesos (OEIDRUS, 2013). México lo exporta a España, Italia y Argelia. En el Valle del Yaqui se siembran entre 1,000 a 10,000 ha y el precio ha fluctuado alrededor de 15,000 a $20,000 pesos por ton, en el ciclo 2016-17 el precio fue histórico y se pagó a $30,000/ton. Pero en los ciclos 2017-18 y 2018-19 los precios ya no fueron tan buenos, de hecho, el ciclo pasado fue muy difícil su venta aunado al bajo precio.

El garbanzo ha sido considerado de baja demanda de agua, esto puede ser debido a su tipo de raíz pivotante, presenta osmo regulación y a la baja densidad estomática en sus hojas y con esto disminuye su transpiración también se encontró que regar al 10% de la humedad aprovechable del suelo antes de la floración y al 20% después de la floración ha sido la mejor respuesta bajo riego por gravedad (Morales *et al.,*2004)

El garbanzo se riega por superficie en el sur de Sonora, donde se aplican de cero a tres riegos de auxilio. La lámina aplicada oscila entre 25 a 60 cm. La introducción de los sistemas de riego presurizados es reciente y se encuentra instalado en huertas, hortalizas y muy poco en granos. Debido a que cada vez disminuye el recurso hídrico existe una mayor necesidad de introducir sistemas de riego y mejorar su eficiencia, por esta razón se planteó validar el garbanzo bajo el sistema de riego por goteo y monitorear la humedad del suelo utilizando sensores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el ciclo otoño-invierno 2018-19 con un productor del Valle del Yaqui, localizado en el Block 2228, la superficie fue de 265 ha. El tipo de suelo fue arcilloso, se realizó un análisis de suelo antes de sembrar. La preparación del terreno fue cinceleo y rastreo, no se fertilizó en pre siembra, el trazo de camas fue de 1.60 m de separación, se usó cinta de riego calibre 7 mil, con un gasto de 1.1 litros por hora a 14 Libras y goteros separados a 30 cm. Se aplicó el riego de pre siembra con 350 kg/ha de yeso a través del sistema de riego por goteo.

La siembra fue del 24 de diciembre de 2018, se utilizó una sembradora de precisión marca Monosem, depositando 18 semillas por metro lineal en húmedo, dos hileras de siembra colocadas arriba de la cama y se sembró la variedad Blanco Sinaloa. Se aplicó un herbicida

pre emergente Prowl (Pendimetalina) con una aspersora. El manejo del riego se llevó a cabo en base a la humedad del suelo manejando sensores marca Watermark, los cuales operan con el principio de la resistencia eléctrica. El yeso disuelto en agua es un buen conductor de la electricidad, cuando el sensor contiene mucha agua, la corriente eléctrica fluye bien. A medida que el suelo se seca, el sensor se seca y aumenta la resistencia al flujo de electricidad (Shock, *et al* 2013). Se realizó una fertilización como ferti-irrigación con 50 kg/ha de Urea. La cosecha se realizó con cosechadora comercial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de suelo

El resultado del análisis de suelo fue el siguiente: La textura del suelo fue arcilloso, la Conductividad Eléctrica fue de 3.1 mS/cm, de acuerdo a Van Der Maesen, 1972 y Saxena 1997, citados por Martínez *et al* 2004, el garbanzo a 3 mS/cm ya inicia a bajar el rendimiento. El pH fue de 7.62, el contenido de Nitrógeno fue de 165 kg/ha (de medio a alto de acuerdo al laboratorio) y el Fósforo con 119 kg/ha (muy alto). Con estos resultados se tomó la decisión de no fertilizar en pre siembra o al momento de la siembra. Solamente se aplicaron 350 kg/ha de yeso en el riego de pre siembra.

Aplicación de los riegos y lámina de riego aplicada.

Se aplicaron siete riegos de auxilio, la lámina total aplicada incluyendo el riego de pre siembra más los riegos de auxilio fue de 23.60 cm o 2.36 millares de m^3/ha (Cuadro 1).

Rendimiento de grano y productividad del agua.

La cosecha fue con trilladora comercial del 15 al 20 de mayo de 2019 a los 140 días, dependiendo de la fecha de siembra. El rendimiento promedio de las 265 ha, fue de 2,897 kg/ha (Cuadro 2), la lámina de agua aplicada fue de 23.60 cm, la productividad del agua fue de 815 litros de agua para producir un kilo de grano de garbanzo o 1.23 kg/m^3 de agua aplicada.

Monitoreo de la Humedad del Suelo con Sensores

En la figura 1 se presenta el comportamiento de la humedad del suelo a 25, 50 y 75 cm de profundidad y para el mes de enero de 2019. La siembra se realizó el 24 de diciembre y todo el mes de enero no se aplicó ningún riego de auxilio. El rango de la humedad fue de 10 a 20 centibars (Cb) en las tres profundidades y considerado como un nivel de humedad aceptable de acuerdo a Shcok, *et al,* 2013.

Cuadro 1. Lámina de riego aplicada, Intervalo de riego y etapa fenológica en garbanzo regado bajo riego por goteo, en el Valle del Yaqui, Sonora. 2018-2019

Fecha	Intervalo de riego días	Lámina aplicada en cm	Etapa Fenológica	Fertilización
R1, RP, 29-11-18	0	8.50	--	350 kg/ha de yeso
24-12-18	25	-	Siembra	no
R2, 1RA,12-2-19	50	3.75	Inicio de botones	si
R3, 2RA, 13-3-19	29	2.15	Inicio de Cápsulas	no
R4, 3RA, 27-3-19	14	2.20	Formación grano	no
R5, 4RA, 3-4-19	7	2.25	Grano completo	no
R6, 5RA, 10-4-19	7	2.35	Grano lechoso masoso	no
R7, 6RA, 18-4-19	8	2.40 **(23.60)**	Madurez Fisiológica	no

Cuadro 2. Rendimiento de garbanzo en función de la sección de riego o número de tabla

Número de Tabla	Rendimiento Kg/ha
1	3,114
2	2,873
3	2,892
4	2,856
5	2,759
6	3,003
7	2,835
8	3,038
9	2,708 (promedio 2,897)

En la Figura 2, se presenta el comportamiento de la humedad del suelo en febrero de 2019, el primer riego de auxilio se aplicó el 12 de febrero, a la profundidad de los 25 y 50 cm las lecturas variaron de 25 a 30 Cb antes de aplicar el riego y a la profundidad de los 75 cm las lecturas fueron muy uniformes alrededor de 25 Cb. Se observa un aumento muy marcado de la humedad del suelo a los dos días después de aplicar el riego y más a los primeros 25 cm de profundidad un poco menos a los 50 cm y muy poco a los 75 cm de profundidad del suelo.

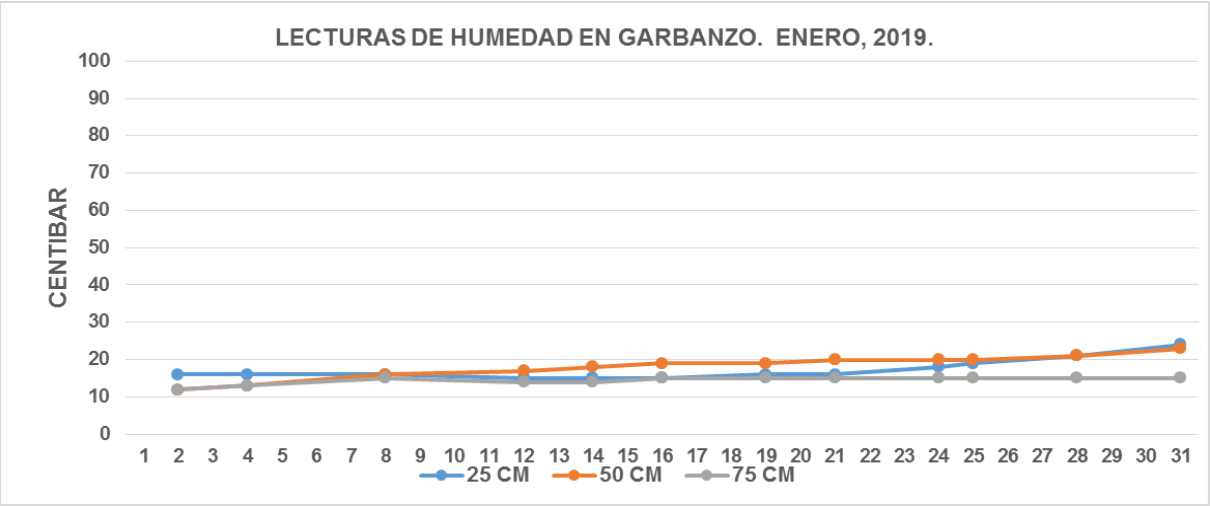


Figura 1: Monitoreo de la humedad del suelo en garbanzo a tres estratos del suelo. Enero de 2019

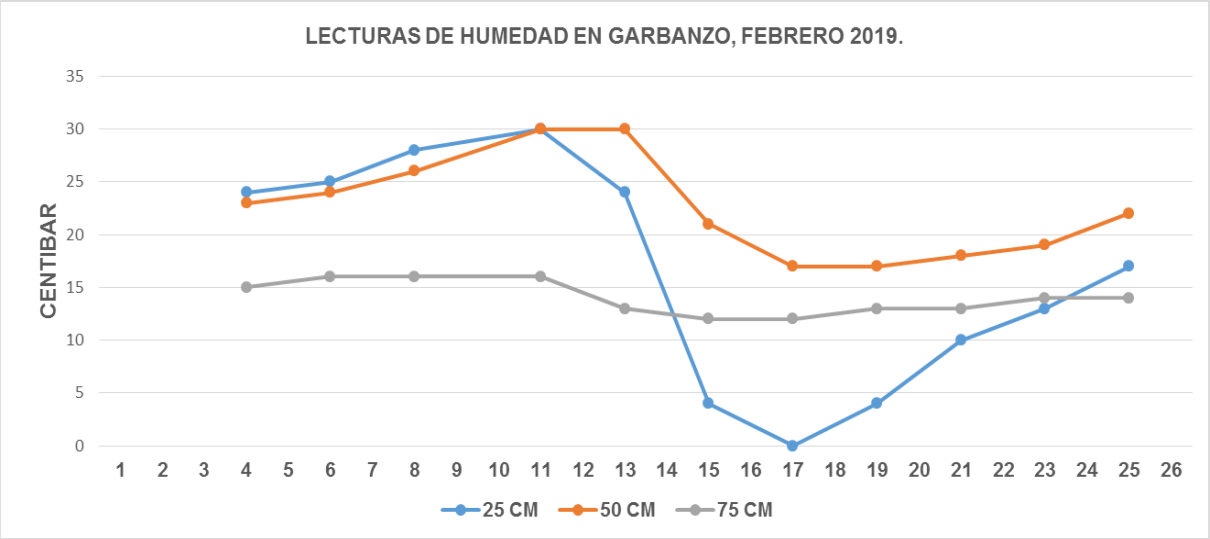


Figura 2: Monitoreo de la humedad del suelo en garbanzo a tres estratos del suelo. Febrero de 2019

El segundo riego de auxilio se realizó el 13 de marzo y el comportamiento de la humedad del suelo fue menor así a los 25 cm de profundidad antes de aplicar el riego fue de 60 Cb, a los 50 cm fue de 80 Cb y a los y 75 cm de profundidad la humedad fue muy buena a 20 Cb (Figura 3), aquí la planta presenta una mayor cantidad de raíces y más profundas (60 cm).

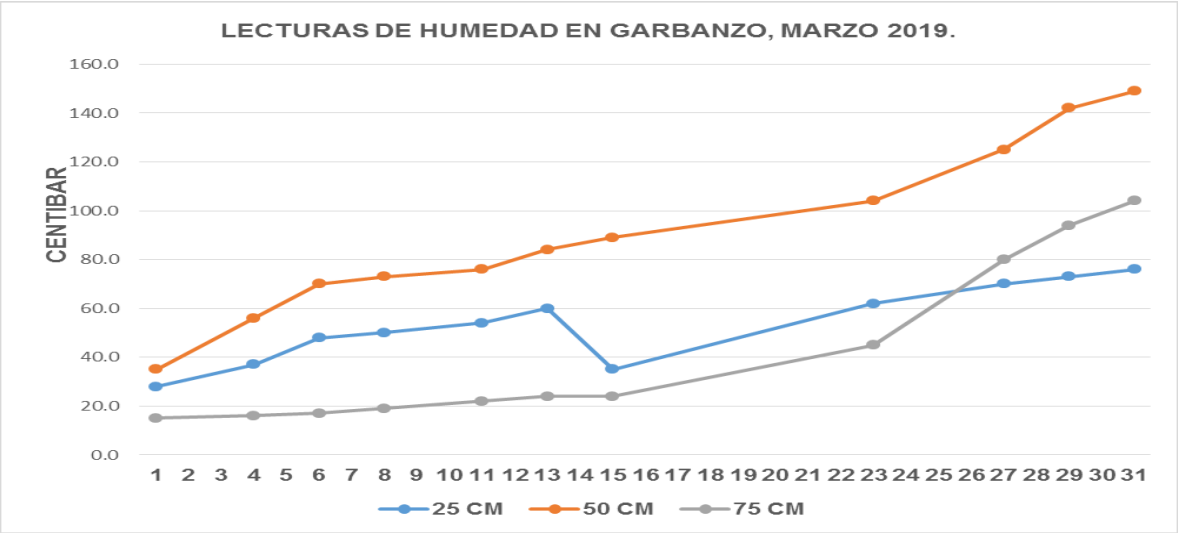


Figura 3: Monitoreo de la humedad del suelo en garbanzo a tres estratos del suelo. Marzo de 2019

El tercero y cuarto riego de auxilio se aplicó el 27 de marzo y 3 de abril, respectivamente y con una frecuencia más corta y el comportamiento de la humedad del suelo antes de aplicar el riego fue de 65, 80 y 120 Cb para las tres profundidades y para el tercer riego, no incidió sobre el descenso de la humedad esto debido a láminas de riego pequeñas.

CONCLUSIONES

El rendimiento de grano fue de 2,897 kg/ha, con el 87% de exportación. La lámina de riego aplicada fue de 23.60 cm y la productividad del agua fue de 815 litros para producir un kilo de grano de garbanzo. El monitoreo de la humedad del suelo con sensores es una buena herramienta, pero si es importante seguir trabajando esta técnica y con este cultivo.

REFERENCIAS

Morales, G.J.A., Durón, N.L.J., Martínez, D.G. Núñez, M.J.H. y Fu, C.A.A, 2004. El cultivo de garbanzo blanco en Sonora. INIFAP-SAGARPA. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Libro Técnico Número 6.

OEIDRUS, 2013. Estadísticas de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. http://oeidrus-sonora.gob.mx

Schock, C.C., Wang, F.X., Flock, R., Feibert, E., Schock, C.A. and Pereira, A. 2013. Irrigation Monitoring Using Soli Water Tension. Sustainable Agriculture Techniques. Oregon State University. Extension Service.

RENDIMIENTO DE DIFERENTES POBLACIONES NATIVAS DE MAÍZ EN SINALOA

YIELD OF DIFFERENT NATIVE POPULATIONS OF CORN IN SINALOA

Ramiro Maldonado-Peralta, Delfina Salinas-Vargas*, Andrés León-Villanueva, Aidé Hernández-Hernández, Cruz Enrique Beltrán-Burboa

[1]Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Carretera a Brecha Sin Número. Ej. Burrioncito, Guasave, Sinaloa C.P. 81149.
***Autor para correspondencia: salinas.delfina@gmail.com**

RESUMEN

México se caracteriza por su gran diversidad ambiental, además, se considera el centro de origen, dada la importancia que tiene el estado de Sinaloa en la producción de maíz a nivel nacional, fue necesario evaluar el comportamiento agronómico y el rendimiento de grano de ocho genotipos de maíces pigmentados. El trabajo de investigación se llevó en el lote del campo experimental, ubicado en el Instituto Tecnológico Superior de Guasave. Donde se midieron las variables respuesta: altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo altura de mazorca, área foliar, peso de grano, peso de mazorca, rendimiento y biomasa total. Los resultados muestran que los parámetros estadísticos evidencian una amplia diversidad entre los materiales evaluadas de maíz pigmentados, esto demuestra atributos agronómicos y de rendimiento, donde se resaltan las variables número de hojas, diámetro de tallo, altura de mazorca, área foliar, peso de mazorca, rendimiento y biomasa total en los genotipos evaluados. Cabe resaltar que el testigo 3 resulto con el mayor número de variables medidas. Como conclusión los materiales testigos producen más rendimiento ya que son materiales seleccionados y mejorados para producción a mayor escala, en cambio los maíces pigmentados tienen características especiales que se pueden utilizar en diferentes ámbitos y con ello darle valor agregado.

ABSTRACT

Mexico is characterized by its great environmental diversity, in addition, it is considered the center of origin, given the importance of the state of Sinaloa in the production of corn nationwide, it was necessary to evaluate the agronomic behavior and grain yield of eight genotypes of pigmented corn. The research work was carried out in the experimental field lot, located in the Instituto Tecnológico Superior de Guasave. The response variables were measured: plant height, number of leaves, stem diameter, ear height, leaf area, grain weight, ear weight, yield and total biomass. The results show that the statistical parameters evidence a wide diversity among the evaluated materials of pigmented maize, this shows agronomic and yield attributes, where the variables number of leaves, stem diameter, ear height, leaf area, ear weight, yield and total biomass in the evaluated genotypes are highlighted. It should be noted that the control 3 resulted with the highest number of measured variables. As a conclusion, the control materials produce more yield since they are selected and improved for production on a larger scale, while the pigmented maize has special characteristics that can be used in different environments and thus give added value.

INTRODUCCION

México se caracteriza por su gran diversidad ambiental, y se considera el centro de origen, domesticación y dispersión de maíz a partir del teocintle (*Zea mays, ssp. parviglumis*), su ancestro silvestre directo, por lo que el maíz (*Zea mays* L.) presenta mayor importancia nacional y mundial en superficie sembrada como por el volumen de producción (Perales y Golicher, 2014), generalmente se utiliza para alimentación animal y biocombustibles, sin embargo, en México, este cereal se usa en diferentes presentaciones desde consumo en fresco e industrializada para la elaboración de tortillas, entre otros usos (CONABIO, 2008).

Los maíces blanco y amarillo tienen mayor importancia en producción mundial. México en el sexto país productor de este cereal básico (Rouf *et al.,* 2016), además, son los más usados para la elaboración de productos nixtamalizados, pero en otros estados se usan variedades pigmentadas que son rojo, azul, morado y negro, los cuales se deben a las antocianinas presentes en el pericarpio y la capa de aleurona (Bello-Pérez *et al*., 2016), ya que los maíces de colores se caracterizan por su sabor y textura, lo cual, es diferente de maíces comunes (Figueroa *et al*., 2013).

El maíz es un cultivo con potencial de extracción de antocianinas por sus propiedades bioactivas (Ryu *et al*., 2013) y su capacidad para actuar como colorante natural, siendo un metabolito secundario de amplio interés. En México, se han encontrado varias variantes de maíz que acumulan este flavonoide entre variedades locales de maíz de granos azules, rojos, rosados, morados o negros. Dado que estas poblaciones tienen calidad nutricional y potencial para ser utilizado como materia prima para obtener fitoquímicos en alimentos, productos farmacéuticos, cosmetología e industrias textiles, se considera que estos tipos de maíz tienen un alto valor agregado (Gaytán- Martínez *et al*., 2013; Serna *et al*., 2013).

Su potencial de rendimiento de grano y sus características agronómicas no se han documentado ampliamente (Mendoza-Mendoza *et al.,* 2019) y además se han aprovechado en grado limitado (Pecina-Martínez *et al*., 2011). Por tal, el maíz pigmentado tiene demanda en el mercado y existen proyecciones positivas sobre su uso a nivel nacional e internacional, por lo que se evaluó el comportamiento agronómico y el rendimiento de grano de ocho genotipos de maíz en Guasave, Sinaloa.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se llevó en el lote del campo experimental, ubicado en el Instituto Tecnológico Superior de Guasave (ITGS) en Guasave, Sinaloa, ubicado a 25°52" LN y 108°37' LO, con altitud de 15 m, donde se sembró el material genético, y se usaron cinco genotipos de maíz nativo y tres híbridos de la región.

El material genético que se evaluó se obtuvo de semillas de diferentes lugares, la pigmentada 1 es un material originario de Perú (Negro) y de México se obtuvieron cuatro: Rojo (Veracruz), Morado (Jalisco), azul (Tlaxcala) y amarillo (Puebla).

El manejo del cultivo se realizó con la preparación del terreno, formación de surcos y la siembra se hizo manual cada 10 cm. La siembra se realizó el 4 de octubre del 2019. Se usó el sistema de riego por goteo, usando cintilla de espesor (16 mm), con emisores separados a 0.3 m, con un gasto de 3.1 litros/hora/minuto. La frecuencia de riego fue cada cinco días por 2 horas. Se aplicó la dosis de fertilización 120N-60P-00K, la mitad de nitrógeno y todo el

fósforo al momento de la siembra y la otra mitad de N al realizar la primera de dos escardas; y el control de plagas se realizó con productos químicos y biológicos de acuerdo con las recomendaciones para maíz en la región (Reyes,1990).

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones y la unidad experimental consistió de cuatro metros de surco, y en cada tramo se establecieron las ocho variedades con 10 plantas cada una, teniendo un total de 30 plantas y las variables respuesta se midieron en cinco plantas centrales de cada repetición.

Durante la etapa de fructificación del cultivo se cuantificaron las variables respuesta: altura de planta (m): se midió desde la base hasta la espiga con una cinta métrica (m), número de hojas: se contaron todas las hojas por planta, diámetro de tallo (mm) se midió en la base de la planta con un vernier metálico, altura de mazorca (m), se midió desde la base hasta la mazorca con una cinta métrica (m), área foliar (AF) se realizó en cada planta con un medidor de área foliar LI-COR 3100, LI-COR, Lincoln, NE, EE. UU., peso de grano (g), se pesaron 100 semillas en una balanza digital compacta Ohaus® (modelo CS 5000; China) en kg/m^{-2}, peso de mazorca (g) se pesaron por planta las mazorcas en una balanza digital compacta Ohaus® (modelo CS 5000; China) en kg/m^{-2}, rendimiento (t/ha) se estimó con el peso de mazorcas por planta. Para biomasa total (g/planta), se cosecharon cuatro plantas al azar y se llevaron al laboratorio donde se separaron en tallo, hojas, mazorca, espiga y raíz, para su secado y esta se hizo en bolsas de papel previamente identificadas en una estufa (modelo 31480, Thelco, Estados Unidos de América) con circulación de aire forzado a 70 ºC, hasta peso constante y posteriormente se registró la biomasa seca total con una balanza digital compacta Ohaus® (modelo CS 5000; China) en kg/m^{-2}.

El análisis de datos que se usó para probar las posibles diferencias entre tratamientos, se realizó un análisis de varianza empleando el diseño completamente al azar para las variables respuesta, también se realizó la prueba de comparación múltiple de medias propuesta por Tukey, con $\alpha = 0.05$. Usando el paquete estadístico SAS.9.0

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados muestran que los parámetros estadísticos evidencian una amplia diversidad entre los materiales evaluadas de maíz pigmentados (Cuadro 1), esto demuestra atributos agronómicos y de rendimiento, donde se resaltan las variables número de hojas, diámetro de tallo, altura de mazorca, área foliar, peso de mazorca, rendimiento y biomasa total en los genotipos evaluados.

El análisis de varianza y la prueba de medias (Tukey) para los ocho genotipos evaluados tuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en todas las características medidas, estos resultados se asemejan con lo que reporta Pecina-Martínez *et al*. (2011) en número de granos por mazorca que es un indicador importante que se debe considerar para el rendimiento.

Cuadro 1. Valores estimados de los parámetros poblacionales: media, coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) en ocho genotipos de maíz en Guasave, Sinaloa.

Variable	Media	Desviación estándar	Intervalo (mín-máx)	CV (%)	DMS
Altura de planta (m)	2.2	0.42	1.2-2.9	2.2	0.9
Número de hojas	13.7	3.1	8-18	5.1	2.7
Diámetro de tallo (mm)	21	4.8	13-34	13	11

Altura de Mazorca (m)	84	29	43-133	1.0	3.4
Número de Espigas	15	5.7	7-25	2.2	1.4
Área foliar (m)	0.7	0.2	0.4-1.2	4.6	0.1
Peso de grano (g)	36	12	26-59	1.2	1.9
Peso de mazorca (g)	203	89	108-405	1.6	13
Rendimiento (t/ha)	12.3	4.3	4.6-17	3.4	1.7
Biomasa total (g/planta)	351	148	191-653	1.0	14

En el Cuadro 2 se presentan los resultados del análisis de varianza para las variables medidas en los ocho materiales de maíz, donde se aprecia las diferencias significativas en las características evaluadas y solo el diámetro de tallo no fue significativo, lo cual indica que al menos existe un tratamiento diferente de los demás, lo que es importante según Ortega *et al*. (1991) que la obtención de información de la variación morfológica y genética, con el ambiente y las implicaciones sociales determina la estrategia de conservación y aprovechamiento de la diversidad genética del maíz son características específicas de cada genotipo.

Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables agronómicas medidas en ocho genotipos de maíz en Guasave, Sinaloa.

		Altura de planta (m)	Número de hojas	Diámetro de tallo (mm)	Altura de Mazorca (m)	Número de Espigas	Área foliar (m)
FV	GL	Sumas de cuadrados					
Gen.	7	2.7**	39.7**	297ns	12755**	0.97**	0.97**
Error	8	0.0	4	62	6	0.01	0.01
Total	15	2.7	43.7	359	12761	0.98	0.98

** Significativos a los niveles de probabilidad 0.05, FV= Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, Var= Variedad.

Linares-Olguin y colaboradores (2019) reportan que la variación genética de maíz México ha sido estudiada especialmente en el centro-sur del país. Aunque, Sinaloa posee 23% de la variación genética racial nacional, pero su evaluación es escasa debido a que solo se siembra los maíces de exportación. Sin embargo, las variantes de grano de color continúan sembrándose como poblaciones criollas, desde el punto de vista genético, geográfico y cultural (Salinas *et al.,* 1999), destinados al autoconsumo (Brush y Perales, 2007). Por lo que, han sido menospreciados en la política Mexicana, la cual se enfocó al mejoramiento genético y comercialización del maíz blanco (Muñoz, 2003). Pues, la industria harinera de maíz requiere grano de color blanco, grande, uniforme y denso, con pericarpio de desprendimiento fácil y proveniente de mazorcas con olote blanco (Pajic, 2007), ya que los granos obtenidos de olotes rosados y rojos contienen compuestos fenólicos que le confieren un color indeseable a los productos derivados (Serna, 2004).Nuestros resultados muestran que los granos de color son adaptables en la región de Guasave, así como los genotipos colectados en Sinaloa que confirman una amplia diversidad genética de maíces nativos (Linares-Olguin *et al.,* 2019).

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables de rendimiento medidas en ocho genotipos de maíz en Guasave, Sinaloa.

Fuente de variación	Grados de libertad	Peso de grano (g)	Peso de mazorca (g)	Rendimiento (t/ha)	Biomasa total (g/ planta)
		Sumas de cuadrados			
Genotipo	7	2179**	119363**	275**	328570**
Error	8	1.8	89	1	108
Total	15	2181	119452	276	328678

** Significativos a los niveles de probabilidad 0.05.

La comparación de medias de las variables agronómicas, el testigo 3 resultó mejor en todas las variables medidas. Sin embargo, el genotipo amarillo se destaca por tener altura baja con respecto al testigo 3 (Cuadro 4). Lo cual, coincide con Rendón-Aguilar et al. (2015) donde encontraron gran variación existente dentro de cada raza, entre las variedades tradicionales, cuando se agrupan en sus respectivas razas, las características de las mazorcas y semillas son estadísticamente diferentes, lo que indica que existen límites en su variación interna. Los diversos enfoques acerca del estudio de la diversidad de maíz en México, parten del concepto de raza como unidad de análisis propuesta por Anderson y Clutler (1942), y generalmente se toma como referencia la clasificación inicial de Wellhausen et al. (1951), la que se basó en características de planta, mazorca, espiga, fisiológicas, genéticas y citológicas.

Cuadro 4. Análisis de medias de Tukey de las variables medidas en variables agronómicas ocho genotipos de maíz en Guasave, Sinaloa.

Genotipos	Altura de planta (m)	Número de hojas	Diámetro de tallo (mm)	Altura de Mazorca (m)	Número de Espigas	Área foliar (m^2)
Negro	2.5 b	14.0 b	22 ab	0.92 c	20 b	0.78 b
Morado	2.4 b	12.5 b	18 ab	1.12 b	12 e	0.47 cd
Rojo	1.8 e	13.0 b	28 a	0.50 f	20 b	0.84 b
Amarillo	1.4 f	12.5 b	19 ab	0.44 g	7 g	0.41 d
Azul	2.2 d	13.0 b	13 b	0.84 d	17 c	0.51 cd
Testigo 1	2.4 bc	12.5 b	20 ab	0.92 c	10 f	0.55 c
Testigo 2	2.2 cd	14.0 b	22 ab	0.65 e	13 d	0.88 b
Testigo 3	2.8 a	17.5 a	24 a	1.32 a	25 a	1.18 a

Los resultados del Cuadro 5 del genotipo 3 resulto mejor en rendimiento, peso de grano y de mazorca, y por ende biomasa. Lo que muestra que son materiales adaptados a la región y que producen rendimientos altos. Comparado con el azul de Perú y de Guadalajara con rendimientos bajos, los cuales tienen una importancia en los genotipos de maíz pigmentado en los Andes Peruanos, ya que estos deben su color a pigmentos como los carotenoides. Los maíces blanco y amarillo son los más usados para la elaboración de productos nixtamalizados, pero en otras regiones del centro de México, se usan maíces de colores rojo, azul, morado y negro, los cuales se deben a las antocianinas presentes, principalmente, en el pericarpio y la capa de aleurona (Bello-Pérez *et al.,* 2016; Salinas, 2010).

Cuadro 5. Análisis de medias de Tukey de las variables medidas en variables rendimiento ocho variedades de maíz en Guasave, Sinaloa.

Genotipos	Peso de grano (g)	Peso de mazorca (g)	Rendimiento (t/ha)	Biomasa total (g/ planta)
Negro	32 e	221 b	19.6 a	387 c
Morado	40 c	135 d	6.3 c	229 e
Rojo	36 d	215 b	12.8 b	462 b
Amarillo	26 g	134 d	13.1 b	192 g
Azul	59 a	108 a	4.7 c	210 f
Testigo 1	29 f	221 b	15.6 a	335 d
Testigo 2	26 g	182 c	16.8 a	338 d
Testigo 3	54 b	403 a	15.5 a	651 a

CONCLUSIONES

Estos datos indican que cada genotipo ha sido seleccionado para diferentes características y aun cuando los genotipos nativos muestran que hay una diversidad de nicho ecológico, cada raza mantiene su variación en el rendimiento. Los testigos producen más rendimiento ya que son materiales seleccionados y mejorados para producción a mayor escala, en cambio los maíces pigmentados tienen características especiales que se pueden utilizar en diferentes ámbitos y con ello darle valor agregado.

REFERENCIAS

Anderson, E., Cutler, H.C. 1942. Races of Zea mays: I. Their recognition and classification. Annals of the Missouri Botanical Garden 29(2):69-89.

CONABIO. 2010. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.http://www.biodiversidad.gob.mx.

Bello-Pérez, L. A., Camelo-Mendez, G. A., Agama-Acevedo, E., Utrilla-Coello, R. G. 2016. Aspectos nutracéuticos de los maíces pigmentados: digestibilidad de los carbohidratos y antocianinas. Agrociencia 50: 1041-1063.

Brush, S. B. y H. R. Perales. 2007. A maize landscape: ethnicity and agro-biodiversity in Chiapas Mexico. Agriculture, Ecosystems and Environment 121:211-221.

Figueroa, C. J. D., Narváez G. D. E., Mauricio S. A., Taba S., Gaytán M. M., Véles M. J. J., Rincón S. F., Aragón C. F. 2013. Propiedades físicas del grano y calidad de los grupos raciales de maíces nativos (criollos) de México. Revista Fitotecnia Mexicana 36:305-314.

Gaytán-Martínez, M., Figueroa-Cárdenas, J. D., Reyes-Vega, M. L., Morales-Sánchez, E., Rincón-Sánchez, F. 2013. Selección de maíces criollos para su aplicación en la industria con base en su valor agregado. Revista Fitotecnia Mexicana 36:339-346.

Mendoza-Mendoza, C. G., Mendoza-Castillo Ma. del C., Castillo-González F., Sánchez-Ramírez, F. J., Delgado-Alvarado, A., Pecina-Martínez, J. A. 2019. Agronomic Performance and Grain Yield of Mexican Purple Corn Populations from Ixtenco, Tlaxcala. Maydica. A journal devoted to maize and allied species 64(3): 1-9. ISSN: 2279-8013

Ortega, P. R. A, Sánchez G J. J., Castillo F. G, Hernández J. M. C. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos en México. In: Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. R A Ortega P, G Palomino H, F Castillo G, V A González H, M Livera M (eds). SOMEFI. Chapingo, México. pp:161-185.

Pecina-Martínez, J. A., Mendoza-Castillo, M. C., López-Santillán, J. A., Castillo-González, F., Mendoza-Rodríguez, M, Ortiz-Cereceres, J. 2011. Rendimiento de grano y sus componentes en maíces nativos de Tamaulipas evaluados en ambientes contrastantes. Revista Fitotecnia Mexicana 34:85-92.

Perales H, Golicher D. 2014. Mapping the diversity of maize races in México. PLoS ONE 9(12): e114657.

Rendón-Aguilar, B., Aguilar Rojas V., Aragón-Martínez MC. 2015. Diversidad de maíz en la sierra sur de Oaxaca, México: conocimiento y manejo tradicional. Polibotánica 39: 151-174.

Rouf, S. T., Prasad K, Kumar P. 2016. Maize a potential source of human nutrition and health: A review. Cogent Food & Agriculture 2(1):1-9.

Ryu, S. H., Werth L., Nelson S., Scheerens J. C., Pratt R. C. 2013. Variation of kernel anthocyanin and carotenoid pigment content in USA/Mexico borderland races of maize. Econ Bot 67:98-109.

Serna, S. S. O., Gutiérrez, U.J.A., Mora, R. S., García, L. S. 2013. Potencial nutracéutico de los maíces criollos y cambios durante el procesamiento tradicional y con extrusión. Revista Fitotecnia Mexicana 36:295-304.

Linares-Holguín, O. O., Rocandio-Rodríguez M., Santacruz-Varela A., López-Valenzuela J. Á., Córdova-Téllez L., Parra-Terraza S., Leal-Sandoval A., Maldonado-Mendoza I. E., Sánchez-Peña P. 2019. Caracterización fenotípica y agronómica de maíces (Zea mays ssp. mays L.) nativos de Sinaloa, México. Interciencia 44 (7):420-428.

Muñoz, O. A. 2003. Centli-maíz. Prehistoria e Historia, Diversidad, Potencial, Origen Genético y Geográfico. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 210 p.

Pajic, Z. 2007. Breeding of maize types with specific traits at the Maize Research Institute, Zemun Polje. Genetika 39(2):169-180.

Salinas, M. Y., Soto M. H., Martínez F. B., González V. H., Ortega R. P. 1999. Análisis de antocianinas en maíces de grano azul y rojo provenientes de cuatro razas. Revista Fitotecnia Mexicana 22: 161-174.

Salinas, M. Y., J. Soria R., y E. T. Espinosa. 2010. Aprovechamiento y distribución de maíz azul en el Estado de México. Folleto Técnico 42. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. SAGARPA, INIFAP. p: 50.

Serna, S. S. O 2004. Foods from maize. In: C Wrigley and C Walker (Editors) Encyclopedia of Grain Science. Elsevier.

Reyes C. P.1990. El Maíz y su Cultivo. Editorial AGT Editor, S. A. México, D. F. 460 p.

Wellhausen, E. J., Roberts, L. M., Hernández, E., Mangelsdorf, P.C. 1951. Razas de maíz de México. Su origen, características y distribución. Folleto Técnico No. 5. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México D.F.

PRODUCTIVIDAD DE AGUA DEL GIRASOL BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE ESTRÉS HIDRICO EN EL SUELO

SUNFLOWER WATER PRODUCTIVITY UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF SOIL WATER STRESS

Marco A. Inzunza-Ibarra, Marco A.[*1]; Ernesto A. Catalán Valencia, Magdalena Villa Castorena, Mariana de J. Marcial Pablo, Sergio I. Jiménez Jiménez

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA), INIFAP[1]. Canal Sacramento Km 6.5 margen derecha, Gómez Palacio, Dgo. CP 35140. *Autor principal: inzunza.marco@inifap.gob.mx

RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera del INIFAP, en Gómez Palacio, Durango. La siembra del cultivo fue el 01 de julio del 2017. El objetivo fue determinar la productividad del agua del girasol y sus requerimientos hídricos a diferente estrés de humedad en el suelo. Se usó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los siete tratamientos ensayados en campo, fueron resultado de un diseño de tratamientos incompleto “San Cristóbal” de dos factores y de cuatro niveles de humedad en dos etapas fenológicas del girasol: de 40, 60, 80 y 100 % de la humedad aprovechable consumida del suelo (HAC) por el cultivo en ambas etapas: de siembra a inicio de floración y de inicio de floración a madurez fisiológica. Se midió en forma continua el contenido de humedad del suelo para cada tratamiento con los métodos de reflectometría y gravimetría. Los resultados mostraron que la más alta productividad del agua de 0.922 kg m^{-3} con una producción de grano de 5.5 t ha^{-1}, se obtuvo en el tratamiento que se desarrolló bajo 58.8 y 60.5% de la HAC y al consumir 31 y 28 cm de agua de riego en la primera y segunda etapa de desarrollo del girasol.

ABSTRACT

The study was carried out at the National Center for Disciplinary Research on Water Soil Plant Atmosphere Relation of the INIFAP, in Gómez Palacio, Durango, México. The objective of the study was to determine the water productivity and water requirements of the sunflower to different water content in the soil. The experiment was set up in a randomized block with seven treatments and four repetitions. The seven applied treatments were resultant of the San Cristobal treatment design with two study factors and four soil moisture levels in two phenological stages of the sunflower: 40, 60, 80 and 100% of consumption-available soil moisture consumed in the emergence-to-flowering-commencement stage and from the previous to physiological-maturity stage, respectively. Soil moisture was measured regularly

for each treatment using the gravimetric and time domain reflectometry method. The results showed that the highest water productivity of 0.922 kg m^{-3} with a grain production of 5.5 t ha^{-1}, was obtained in the treatment that was developed under 58.8 and 60.5% of the HAC and when consuming 31 and 28 cm of irrigation water in the first and second stage of sunflower development.

INTRODUCCIÓN

Resulta fundamental para realizar la evaluación económica del riego, el conocer la respuesta de los diferentes cultivos en su rendimiento comercial y su relación con el estrés hídrico y su uso del agua. La relación entre los requerimientos hídricos de los cultivos en su respuesta en producción de materia seca o grano es diferente de acuerdo a la deficiencia de agua durante sus ciclos de crecimiento, son generalmente complicadas el obtenerlas; sin embargo, ofrecen ser una herramienta poderosa para la toma de decisiones en el diseño racional y efectivo en la operación y el manejo de los sistemas de riego tanto a nivel parcelario como regional (El-Bially *et al*., 2018; Singh, 2014).

Se considera al girasol dentro de estos últimos por generar uno de los aceites con mayores beneficios para la salud, por su alto contenido de grasas poliinsaturadas. En su composición destacan principalmente los ácidos linoléico, oleico, palmítico y esteárico. De acuerdo a esto, es fundamental conocer la relación existente entre el rendimiento de grano del girasol y su cantidad de agua utilizada, o eficiencia de uso del agua que permita optimizar su productividad del agua (Moroke *et al*., 2011). Con este enfoque, Howell *et al*. (2015), realizaron por dos años estudios en girasol, con el objetivo de determinar sus requerimientos hídricos y su eficiencia de uso de agua en dos lisímetros de pesada de alta precisión. Se midió que el cultivo tuvo una evapotranspiración promedio de 638 mm de agua. La producción promedio del girasol fue de 3.08 t ha^{-1}, una eficiencia de uso del agua de 0.49 kg semilla seca por m^3 de agua consumida, y el grano presentó de 30-40 de concentración de aceite.

El coeficiente de desarrollo del cultivo que se reportó fue de 0.15 en su crecimiento inicial y 1.22 en su tasa evapotranspirativa máxima y de mayor cobertura vegetal. El girasol es un cultivo de introducción en algunos lujares de México con posibilidades de arraigo para la agricultura de riego y algunas zonas de temporal debido a que es tolerante a la sequía y se reporta que soporta riego deficitario hasta de un 20% sin afectar su rendimiento (Ren *et al*., 2018).

La estadística nacional muestra ser sembrado en 6,694.45 ha, con un rendimiento promedio de 1.39 t ha^{-1} de grano por debajo de su potencial de rendimiento. Los estados de Sonora y Zacatecas albergan alrededor del 50% de la superficie con un total de 3,652.9 ha. (SIAP, 2020), siendo un cultivo en ascenso por sus características deseable en cuanto a ser eficiente

en el uso del agua de riego y de prioridad nacional ya que se considera que el girasol reúne las características para generar uno de los aceites con mayores beneficios para la salud, por su alto contenido de grasas poliinsaturadas. Es entonces importante estudios para encontrar la relación producción comercial del cultivo con sus necesidades de agua y así tener herramientas para realizar un mejor aprovechamiento del agua de riego en este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el lote experimental del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID RASPA INIFAP), ubicado en la Comarca Lagunera, en Gómez Palacio, Durango. El clima de la región es desértico, muy árido, con precipitación anual de 250 mm promedio, evaporación media anual de 2600 mm y temperatura media anual de 22ºC. Las lluvias son en verano, con lluvias invernales que representan de 5 a 10.2% del total anual (García, 2004). Previo al trabajo, se realizó un análisis del suelo de sus propiedades físicas y químicas donde los resultados ubican el suelo en la serie Coyote que es la más representativa de la región. Suelos profundos, Franco arcillo limosos a franco arcillosos. La investigación consistió de dos factores en estudio: la variación del contenido de humedad en el suelo en dos etapas de crecimiento del girasol.

El primer factor fue la variación del régimen de humedad del suelo en la etapa de emergencia a inicio de floración. El segundo factor fue la variación del régimen de humedad del suelo en la etapa de inicio de floración a maduración de grano. Los niveles de estudio para la primera etapa (de emergencia a inicio de floración) fueron: 40, 60, 80, 100 % de la humedad aprovechable consumida del suelo (HAC_1) por el girasol. Similarmente, para la segunda etapa (inicio de floración a madurez fisiológica del grano), se ensayaron los mismos niveles de estudio (HAC_2). Se utilizó el diseño de tratamientos San Cristóbal para dos factores, en el cual se eligen solo siete tratamientos: 1. 40-40, 2. 40-80, 3. 60-60, 4. 60-100, 5. 80-40, 6. 80-80 y 7. 100-60 del abatimiento de la humedad aprovechable (HAC) en el suelo en los primeros 90 cm de profundidad radicular del cultivo.

Los tratamientos fueron distribuidos de manera aleatoria en el campo, con base en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. A cada parcela o unidad experimental se le asignó una superficie de 20 m^2 (4 de ancho por 5 de largo). Para determinar y monitorear el contenido de agua del suelo y su variación a través el ciclo del cultivo en cada tratamiento, se utilizaron los métodos de reflectometría en el dominio temporal (TDR) previamente calibrado con el gravimétrico como método estándar para su calibración basado en la toma de muestras del suelo con barrenas tipo vehimeyer.

La variedad de girasol sembrada fue Madero 91 de aproximadamente 100 a 115 días a madurez del grano. La siembra del girasol se efectuó el 1 de julio, con una densidad de

siembra de 5 kg ha^{-1}, aproximadamente 62,000 plantas ha^{-1}. Con base en el muestreo inicial de suelos, se fertilizó con la fórmula 120-60-0, donde se aplicó la mitad del fertilizante al momento de la siembra y el resto en el primer riego de auxilio. Para la aplicación del riego se instaló tubería presurizada desde la fuente de abastecimiento hasta el área experimental. Las variables evaluadas fueron, el rendimiento de grano (t ha^{-1}), la lámina de agua consumida, la eficiencia de uso del agua que relaciona el rendimiento de grano con la cantidad de agua consumida (kg m^{-3}). El análisis de la información se realizó en base al análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey 5%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los valores del régimen de humedad a los que fueron sometidos los diferentes tratamientos al cultivo del girasol. El rango del contenido de la humedad aprovechable consumida fluctúo de 41.9 % en la etapa de inicio de floración a madurez fisiológica en el tratamiento 40-40 de condiciones de humedad no restrictivas a 100 % de la HAC tanto para el tratamiento 100-60 como el 60-100 de condiciones hídricas restrictivas. Para el caso de la lámina consumida por el girasol, el mayor consumo de 35.10 en la primera etapa, se presentó en el tratamiento 40-40 de condiciones más húmedas que el resto, el menor consumo se mostró en el tratamiento 100-60 de bajo contenido de humedad en la etapa vegetativa del girasol.

Cuadro 1. Contenidos de humedad, rendimiento y eficiencia de uso de agua promedios de los tratamientos en girasol

Tratamiento	HAC_1 (%)	HAC_2 (%)	LC_1 (cm)	LC_2 (cm)	R (t ha^{-1})	EUA (kg m^{-3})
40-40	43.3	41.9	35.10	33.60	4.42	0.642
40-80	43.3	82.1	35.10	25.19	3.80	0.630
60-60	58.8	60.5	31.14	28.12	5.46	0.922
60-100	57.7	100	31.14	22.16	2.40	0.452
80-40	79.8	44.4	28.16	32.09	3.94	0.655
80-80	83.3	81.4	28.16	26.21	4.09	0.752
100-60	99.6	60.7	24.36	33.45	2.78	0.475

HAC_1 y HAC_2 = Humedad aprovechable consumida en las dos etapas del girasol; LC_1 y LC_2 = Lamina consumida en las dos etapas estudiadas; R= Rendimiento de grano del girasol; EUA= Eficiencia de uso del agua

Los resultados de la eficiencia de uso del agua del girasol se examinaron mediante el análisis de varianza donde se concluyó que los tratamientos presentaron diferencias altamente significativas, por lo que la respuesta del girasol en EUA fue diferente a los déficits hídricos propiciados en el suelo. Los datos observados para esta variable respuesta se muestran en la Figura 1 junto con los resultados del análisis de comparación de medias (Tukey 5%). De

acuerdo a esta figura se deduce que el tratamiento 60-60 fue el más eficiente en la conversión del agua a producción de grano, este tratamiento de acuerdo al Cuadro 1, se desarrolló bajo una lámina de riego de 31cm para la primera etapa y 28 cm para la segunda que significan condiciones intermedias de

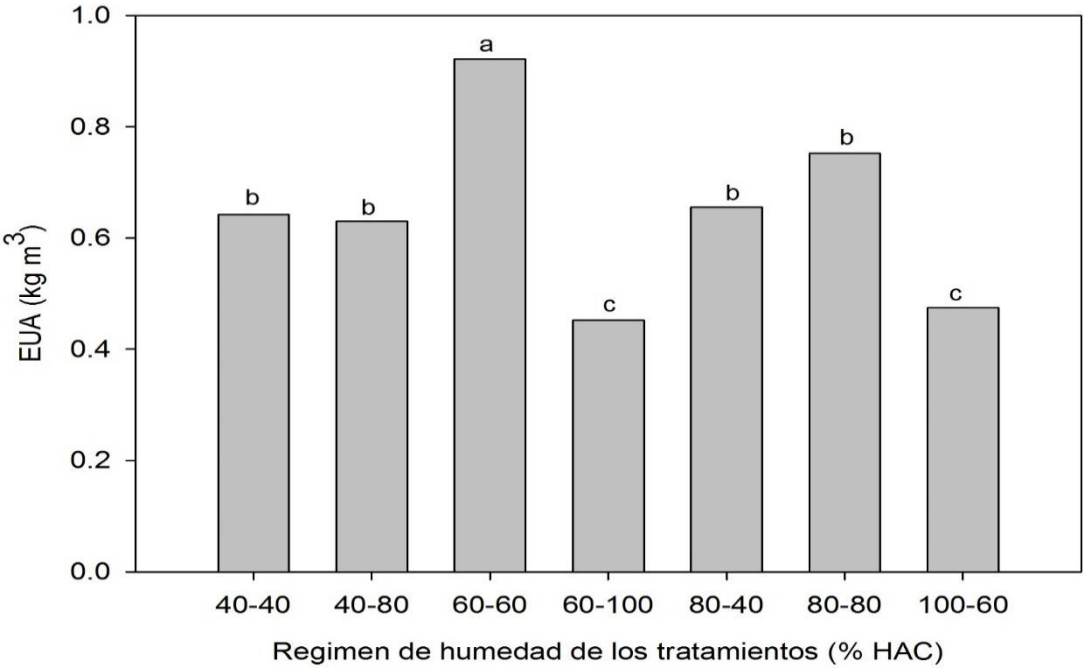


Figura1. Comportamiento de la eficiencia de uso del agua (EUA) en kg de grano de girasol por m^{-3} de agua utilizado.

contenido de humedad en el suelo. El valor que alcanzó este tratamiento fue de 0.922 kg de grano de girasol por m^3 de agua utilizada y fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Valores de EUA que le siguen por su importancia fueron los que se obtuvieron en los tratamientos 80-80, 80-40, 40-40 y 40-80 con datos de EUA similares de 0.75, 0.65, 0.64 y 0.63 kg m^{-3} respectivamente. Finalmente, las combinaciones 60 -100 y 100 – 60, presentaron las más bajas eficiencias en EUA con 0.452 y 0.475 kg m^{-3} respectivamente debido al alto déficit hídrico en el suelo al que fueron sometidos en una de sus etapas.

CONCLUSIONES

El cultivo de girasol mostró mayor eficiencia de uso de agua de 0.922 kg m^{-3} en el tratamiento que se desarrolló con un régimen hídrico en el suelo de 65.5 y 61.6 % de la humedad aprovechable consumida y con un consumo de agua de 33.1 y 29.7 cm, en la etapa vegetativa y reproductiva, respectivamente. Asimismo, bajo estas condiciones el girasol manifestó su mayor producción de grano de 5.5 t ha^{-1}.

REFERENCIAS

El-Bially M., H. Saudy, I. El-Metwally and M. Shahin. 2018. Efficacy of ascorbic acid as a cofactor for alleviating water deficit impacts and enhancing sunflower yield and irrigation water–use efficiency. Agricultural Water Management 208: 132-139.

García E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Serie Libros Núm. 6. Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F. 90 p.

Howell T. A., S. R. Evett, J. A. Tolk, K. S. Copeland and T. H. Marek. 2015. Evapotranspiration, water productivity and crop coefficients for irrigated sunflower in the U.S. Southern High Plains. Agricultural Water Management 162:33-46.

Karam, F, R. Lahoud, R. Masaad, R. Kabalan, J. Breidi, C. Chalita, Y. Rouphael 2007. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. Agric. Water Manage. 90: 213-223.

Moroke, T S., R.C. Schwartz, K.W. Brown, A.S.R. Juo. 2011. Water use efficiency of dryland cowpea, sorghum and sunflower under reduced tillage. Soil & Tillage Research 112:76-84.

Singh, A. 2014. Simulation–optimization modeling for conjunctive water use management. Agricultural Water Management.141:23-29.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2019. Estadísticas de producción agrícola en México.Online:http://www.siap.mx (Julio 2019).

Ren D., X. Xu, B. Engelc, G. Huang. 2018. Growth responses of crops and natural vegetation to irrigation and water table changes in an agro-ecosystem of Hetao, upper Yellow River basin: Scenario analysis on maize, sunflower, watermelon and tamarisk. Agricultural Water Management 199:93-104.

RENDIMIENTO Y REACCIÓN A ENFERMEDADES DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL AZUFRADO BAJO TRES DENSIDADES DE POBLACIÓN EN CONDICIONES DE RIEGO

YIELD AND DISEASE RESPONSE OF TWO YELLOW SEEDED BEANS AT THREE PLANTING RATES UNDER IRRIGATION CONDITIONS

Padilla-Valenzuela, Isidoro[1*]; Ortiz Enríquez J. Eliseo[1], Guerrero Aguilar Brenda Z[2]., Acosta G. Jorge A.[2]

[1]Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP, Cd. Obregón. Sonora. [2]Campo Experimental El Bajío, Celaya, Guanajuato
***Autor principal: padilla.isidoro@inifap.gob.mx**

RESUMEN

Entre las principales decisiones para la producción de frijol azufrado en el sur de Sonora se tiene la elección de la variedad y la densidad de siembra para obtener la población de plantas óptima. Entre los factores que disminuyen la población destacan los bióticos (presencia de hongos del suelo) y los abióticos (vientos calientes, exceso de agua). Con base en lo anterior se realizó el presente estudio con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de frijol azufrado en tres densidades de siembra bajo condiciones de riego. El estudio se realizó en suelo franco-limoso durante el ciclo otoño-invierno 2019-20 en Navolato, Navojoa, Sonora (27°03´04" latitud Norte y 109°55´22 longitud Oeste). Se utilizaron las variedades: Azufrado Reyna y Azufrado Higuera con tres densidades de siembra: 12, 18, y 20 plantas por metro lineal (150000, 225000 y 250000 plantas ha^{-1}). El mayor rendimiento se registró con 14 plantas/m en Azufrado Reyna con 2.355 t ha^{-1} que superó en 13.8% a Azufrado Higuera. Se determinó que condiciones del sur de Sonora la reducción de 250,000 a 115, 000 plantas ha^{-1} no afectó significativamente el rendimiento de la variedad Azufrado Reyna cuya planta es de mayor tamaño que la de Azufrado Higuera. Las condiciones de alta humedad edáfica (634.7 mm) y temperaturas de 26 a 28 °C favorecieron una alta incidencia de *Fusarium, Rhizoctonia* y *Macrophomina*.

ABSTRACT

Among the main decisions for the production of yellow seeded beans in southern Sonora is the choice of the right variety and planting density to obtain and optimal plant stand. Biotic factors (presence of soil fungi) and abiotic factors (hot winds, excess water) stand out among the major constraints that contribute to the decline of plant stand. Based on the above, the present study was carried out with the aim of evaluating two varieties of yellow seeded beans under three planting stands under irrigation. The study was carried out in loamy-silty soil during the 2019-20 Autumn-Winter crop season in Navolato, Navojoa, Sonora (27 ° 03' 04" North latitude and 109° 55' 22" West longitude). Cultivars used were: Azufrado Reyna and Azufrado Higuera with three planting stands: 12, 18, and 20 plants per a meter of row (150,000, 225,000 and 250,000 plants ha^{-1}). According to the results, the highest yield was recorded with 14 plants/m in Azufrado Reyna with 2,355 t ha^{-1} that exceeded Azufrado Higuera yield by 13.8%. A plant stand reduction from 250,000 to 115,000 plants ha^{-1} did not affect significantly the yield of the Azufrado Reyna. High edaphic moisture (634.7 mm) and temperatures of 26 to 28 ° C favored the root-rot incidence (*Sclerotinia sclerotorium, Rhizoctonia and Macrophomina*).

INTRODUCCIÓN

Por su importancia económica y social, el frijol es un producto estratégico dentro del desarrollo rural de México, ya que ocupa el segundo lugar en cuanto a superficie sembrada nacional y representa además la segunda actividad agrícola más importante en el país por el número de productores dedicados a su cultivo (Prieto, 2019). En el sur de Sonora se siembran alrededor de 6500 ha anuales (JLSV, 2019) de las cuales el 75% corresponden a tipo azufrado y el resto a pinto nacional y/o americano. Cuando se tienen limitaciones de uno o más factores para el desarrollo óptimo de un cultivo es necesario manejarlos en forma adecuada mediante prácticas que permitan la optimización de la producción. Un problema muy notable para los productores de frijol azufrado en la región sur de Sonora es la elección de la variedad a utilizar y la densidad de siembra para obtener la población de plantas adecuadas al final de la cosecha. Las variedades de frijol pinto por su tipo de planta indeterminada presentan mayor riesgo de roya o chahuixtle y el moho blanco por las condiciones de alta humedad relativa, por lo que no es recomendable utilizar altas poblaciones de plantas. En primavera verano, las variedades hábito de guía (pintos) y de mata (azufrados) responden al incremento en la densidad de siembra y a la reducción en la distancia entre surcos (Padilla, 1995). Entre los factores que contribuyen a la disminución de la población de plantas destacan los bióticos (presencia de hongos del suelo) y los abióticos (vientos calientes, exceso de agua). Con base en lo anterior se realizó el presente estudio con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de frijol azufrado en tres densidades de población bajo condiciones de riego en el sur de Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en suelo franco-limoso durante el ciclo otoño-invierno 2019-20 en el Valle del Mayo, Sonora, en Navolato, Navojoa, Sonora, en las coordenadas 27°03´04" latitud Norte y 109°55´22 longitud Oeste. Los tratamientos fueron dos variedades: Azufrado Reyna y Azufrado Higuera con tres densidades de siembra: 12, 18, y 20 plantas por metro lineal para una población de 150000, 225000 y 250000 plantas ha^{-1}. La siembra se realizó en suelo húmedo, el 17 de septiembre de 2019 con máquina sembradora de precisión. Se usó un diseño experimental de parcelas divididas donde la parcela grande fueron las variedades y en la parcela chica, las densidades. Se fertilizó con la dosis 120-52-00 al momento de la siembra y antes del primer riego de auxilio se aplicaron 150 kg/ha de nitrato de amonio (66 unidades de N). Se aplicaron 4 riegos, 1 de pre-siembra y 3 de auxilio de acuerdo al siguiente calendario: 0-25-55-80. Además, durante el periodo de crecimiento del cultivo se registraron 154.7 mm de precipitación. Las densidades se ubicaron en parcelas de 4 surcos a 0.8 m de ancho y 6 m de largo, en cuatro repeticiones.

El tamaño de la parcela experimental fue de 8 m^2. Durante el periodo del estudio se monitorearon las variables climáticas, temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa máxima y mínima y precipitación en la estación El Chucárit, ubicada a 2 km del sitio experimental. Las variables medidas fueron número de vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 semillas y el rendimiento de grano. Durante la etapa de floración y formación de vainas (75 después de la siembra) se tomaron lecturas de daño por moho blanco para lo cual se consideró el porciento de plantas con síntomas en dos surcos de 5 m en cuatro repeticiones. Para tizón bacterial se usó una escala de 0 a 9, donde 0= sin daño y 9 = más de 90% de área foliar dañada. Con el propósito de evaluar el efecto de la densidad poblacional en la incidencia de enfermedades del suelo, previo a la cosecha se midió el porciento de plantas con daño de moho blanco *Sclerotium sclerotiorum*; plantas con pudrición rojiza en el cuello *Rhizoctonia* y pudrición carbonosa *Macrophomina phaseolina*., en 5 m, de los dos surcos centrales. Asimismo, se colectaron muestras de raíces y suelo las cuales se enviaron al Laboratorio de Fitopatología en el Campo Experimental Bajío para el análisis e identificación

de patógenos. Para el análisis estadístico de los datos solamente se consideraron el rendimiento de grano y el peso de 100 semillas. Para separación de medias se utilizó la prueba de DMS 0.05 (Olivares, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis estadístico de los datos de rendimiento y el peso de 100 semillas, hubo diferencia significativa de variedades dentro de densidad, pero no en la interacción variedad x densidad. En el Cuadro 1 se muestra el efecto de las densidades de población en el rendimiento de grano. Se encontró que el mayor rendimiento se registró con 14 plantas/m, en ambas variedades, sin embargo, Azufrado Reyna con 2.355 t ha^{-1} superó significativamente y en 13.8% a Azufrado Higuera. La variedad Reyna es de ciclo tardío y madura 8 a diez días después que A. Higuera. La variedad Azufrado Higuera posee hábito de crecimiento determinado y ha mostrado buena adaptación a las condiciones agroecológicas de la región ya que produce grano de alta calidad y de tamaño grande (Padilla *et al.* (2009). El mayor tamaño de semilla se registró en A. Higuera (49.4 g/100 semillas) y el menor en A. Reyna con 41.6 g/100 semillas. En el sur de Sonora la cantidad de semilla para siembra fluctúa de 90 a 125 kg por hectárea dependiendo de la variedad y del tamaño de la semilla, con lo cual se siembra de 18 a 22 semillas y en algunos casos hasta 25 semillas por metro lineal. La semilla es un insumo caro, de tal manera que ante una eventualidad de lluvia o vientos calientes la disminución de la población de plantas se reduce desde 50 hasta 100 %. En la Figura 1 se observa que durante la siembra y emergencia de frijol se registraron 75.8 mm de precipitación, mientras que las temperaturas máximas alcanzaron entre 35 y 38 °C. Por lo anterior, hubo pudrición de semillas, presencia de hongos del suelo en plántulas en las primeras etapas del cultivo, lo cual ocasionó una reducción en la población inicial. En cambio, en la etapa final del llenado del grano, se registraron temperaturas de 11.2 a 26.5 °C y una precipitación de 47.6 mm la cual coincidió con el ultimo riego de auxilio para un total de 147.6 mm, estas condiciones de temperatura y humedad favorecieron el desarrollo de *Sclerotium*, *Rhizoctonia*, *Macrophomina*, *Alternaria, Xanthomonas* y nemátodos (Cuadro 2).

Cuadro 1. Rendimiento y peso de semilla de dos variedades de frijol en diferentes densidades de siembra. INIFAP 2020

No de tratamiento	Tratamientos	Rendimiento de grano (t ha^{-1})	Peso de 100 semillas (g)
1	Higuera 12 plantas/m	1.707 c†	48.9 ab†
2	Higuera 20 plantas/m	1.789 bc	49.4 a
3	Reyna 12 plantas/m	1.813 bc	48.8 ab
4	Reyna 20 plantas/m	1.875 bc	48.9 ab
5	Higuera 18 plantas/m	2.031 b	47.0 b
6	Reyna 18 plantas/m	2.355 a	41.6 c
	DMS (0.05)	0.324	2.232
	CV (%)	9.3	3.2

† Media con igual letra no son significativamente diferentes en el sentido de las columnas ($p < 0.01$).

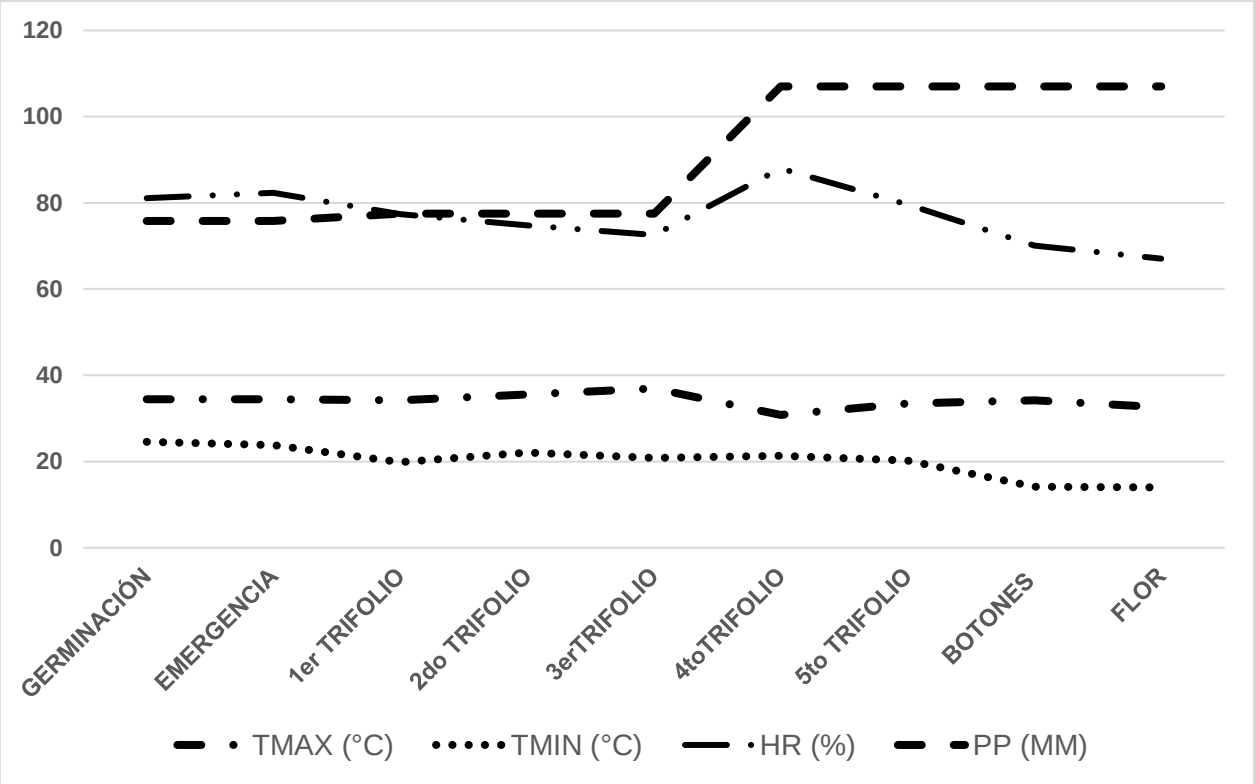


Fig. 1. Temperatura, humedad relativa y lluvia acumulada durante septiembre y octubre de 2019. Estación Chucárit, Sonora.

A partir de la primer semana de diciembre predominaron las temperaturas máximas entre 26 y 28 °C, las cuales favorecieron la pudrición de cuello por *Rhizoctonia*, que se manifestó en lesiones de color rojiza a marrón a la altura de cuello, lesiones algodonosas con micelio de color blanco (*Sclerotium*) y pudrición carbonosa de las raíces y tallos por *Macrophomina*. En el Cuadro 2 puede apreciarse que la pudrición de cuello causada por *Rhizoctonia* registró la mayor incidencia en plantas adultas de frijol en ambas variedades y a través de densidades de siembra. Sin embargo, en la variedad A. Reyna esta enfermedad se observó en 100%; mientras que *Macrophomina* fluctuó de 38 a 46% en las densidades de 20 y 12 plantas/m. Los más altos niveles de incidencia de moho blanco estuvo asociada a una mayor población de plantas. De acuerdo con Viera *et al.* (2012), las bajas poblaciones ayudan a reducir el ataque de *Sclerotinia sclerotiorum*, y además, las bajas densidades permiten una major penetración de los fungicidas hacia las partes inferiores de el dosel de la planta. Los resultados indican que bajo condiciones de temperaturas favorables y humedad en el suelo, una alta densidad de siembra favorece a las enfermedades en frijol porque incrementan la humedad en el dosel del cultivo, además la cercanía entre las plantas incrementa el contacto entre sus hojas y raíces, lo cual favorece la diseminación de los patógenos

En el Cuadro 2 se observa que la reducción de la densidad a 9 plantas m^{-1} (115,000 plantas ha^{-1}) en A. Reyna no afectó significativamente el rendimiento de grano (1.813 t ha^{-1}). El rendimiento significativamente más bajo de A. Higuera en el Tratamiento 1 (1.707 t ha^{-1}) se debió probablemente a una mayor incidencia de tizón bacteriano (*Pseudomonas*) en la etapa de formación de vainas lo cual ocasionó una fuerte pérdida de área foliar (Cuadro 3).

Cuadro 2. Incidencia de enfermedades del suelo de dos variedades de frijol en tres densidades de siembra en madurez fisiológica (94 dds). INIFAP 2020.

Tratamientos	Densidad final (plantas/m)	Población ha^{-1}	Incidencia (%)		
			Moho blanco	Rhizoctonia	Macrophomina
Higuera 12 pl/m	10	125000	13	88	0
Higuera 20 pl/m	14	175000	16	84	12
Reyna 12 pl/m	9	112500	12	100	46
Reyna 20 pl/m	13	162500	15	100	38
Higuera 18 pl/m	10	125000	nd	nd	nd
Reyna 18 pl/m	14	175000	nd	nd	nd

Cuadro 3. Incidencia de enfermedades de dos variedades de frijol en tres densidades en formación de vainas (75 dds). INIFAP.

Tratamientos	Población ha^{-1}	Incidencia	
		Moho blanco†	Bacteriosis††
Higuera 12 pl/m	125000	0.75	4
Higuera 20 pl/m	175000	1.75	5.25
Reyna 12 pl/m	112500	4.25	2.75
Reyna 20 pl/m	162500	1.75	2.25
Higuera 18 pl/m	125000	1.5	0
Reyna 18 pl/m	175000	0	0

†) % Porcentaje de plantas son síntomas; ††) Escala 0 a 9 donde 0 =sin daño y 9 = más de 90% de área foliar dañada.

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento se registró con 14 plantas/m. Azufrado Reyna con 2.355 t ha^{-1} superó significativamente y en 13.8% a Azufrado Higuera. La reducción de 250,000 a 115, 000 plantas ha^{-1} no afectó significativamente el rendimiento de la variedad Azufrado Reyna. Las altas densidades de población ocasionaron en la variedad tardía Reyna, un ambiente de alta humedad edáfica (634.7 mm) y temperaturas de 26 a 28 °C y como consecuencia una mayor incidencia de *Sclerotinia sclerotorium, Fusarium, Rhizoctonia* y *Macrophomina*.

REFERENCIAS

JLSVN. 2019. Datos estadísticos de la Junta local de Sanidad Vegetal de Navojoa, Navojoa, Sonora.

Olivares S. E. 2015. Programa de Análisis Estadístico. Versión 1.6. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L.

Padilla V., I. 1994. Efecto de la distancia entre surcos en el comportamiento agronómico y rendimiento de dos variedades de frijol en San Ignacio Cohuirimpo, Sonora. Ramírez D. J. M. (Compilador). Avances de Investigación CIANO No 30. CIRNO-INIFAP-Campo Experimental Valle del Yaqui, pp. 88-89.

Padilla VI, Castillo TN, Ramírez AJA, Armenta CI, Cabrera CF, Madrid CM, y ORTIZ EJE. 2009. Manual para la producción de frijol en el sur de Sonora. INIFAP. Folleto Técnico No 69. Pág. 31.

Prieto CMR, Matus GJA, Gavi RF, Omaña SJM, Brambila PJJ, Sánchez EJ, Martínez DMA. 2019. Evolución de la superficie cultivada de frijol e impacto económico de la sequía sobre el rendimiento bajo condiciones de temporal en México. Rev. Fitotec. Mex. Vol 42 (2):173-182.

Viera R F., Trazilbo JPJ, Carneiro JES, Texeira H y Queiroz, TFN. 2012. Management of White mold in type III common vean with plant spacing and fungicide. Tropical Plant Pathology. Brasilia, Vol. 37 (2):45-101.

NUEVA LINEA CANDIDATA DE TRIGO CRISTALINO PARA EL SUR DE SONORA

NEW DURUM WHEAT CANDIDATE LINE FOR SOUTH OF SONORA

Díaz-Ceniceros, Huizar Leonardo[1]; Borbón-Gracia, Alberto[1]; Chávez-Villalba, Gabriela[1]; Fuentes-Dávila, Guillermo[1] y Alvarado-Padilla, Jorge Iván[1].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug. km. 12. Cajeme, Obregón, Sonora, México.
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de Mexicali km. 7.5 San Felipe, Mexicali, B. C., México.
***Autor principal: diaz.huizar@inifap.gob.mx.**

RESUMEN

Las royas son enfermedades que constantemente amenazan la producción de trigo en México, tienen la capacidad de vencer la resistencia de nuevas variedades. El programa de mejoramiento genético de trigo del INIFAP-CIRNO-CENEB en colaboración con el CIMMYT se ha enfocado a generar variedades de trigo cristalino con alto potencial de rendimiento, resistentes a enfermedades y calidad industrial. Durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2018-2019 se identificó a la “Línea Élite 8” con características similares de calidad y rendimiento a la variedad CIRNO C2008 por lo cual se perfila como candidata para ser liberada como nueva variedad de trigo cristalino.

ABSTRACT

Rusts are diseases that constantly threaten wheat production in Mexico; they have the ability to overcome the resistance of new varieties. INIFAP-CIRNO-CENEB's wheat breeding program in collaboration with CIMMYT has focused on generating durum wheat varieties that have high yield potential, disease resistance and high quality. During the Autumn-Winter 2018-2019 agricultural cycle, the "Elite Line 8" showed similar quality and grain yield characteristics to CIRNO C2008 therefor is candidate to be a new durum wheat variety.

INTRODUCCIÓN

En México, la región productora de trigo (*Triticum* spp.) más importante es el noroeste donde se cultiva bajo condiciones de riego, principalmente en los Valles del Yaqui y el Mayo en el estado de Sonora, así mismo en los Valles del Carrizo y el Fuerte en estado de Sinaloa (Figueroa-López *et al.*, 2010). En Sonora durante el ciclo 2017-2018 la superficie sembrada fue de 223 373 ha con una producción de 6.5 t ha^{-1}, lo cual lo convierte en el principal productor nacional (SIAP, 2019).

El trigo es la principal fuente de ingreso para dicha región (valor de la producción 5 738.8 millones de pesos durante el 2018) donde el trigo cristalino (*Triticum durum* D.) aporta el 82.3 %, mientras que el resto es resultado de la producción de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.), la diferencia porcentual se debe a la poca superficie cultivada con esta especie (SIAP, 2019).

Durante el ciclo agrícola 2016-2017, la variedad CIRNO C2008, por su alto potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y cualidades agronómicas, se sembró en 227 000 ha de las 292 431 ha cultivadas en el noroeste de México. El ambiente hostil que generó esta situación para la roya de la hoja y la alta presión de selección a la que fue sometida, ocasionó que la raza BBG/BPC venciera la resistencia de CIRNO C2008 (Pérez-López *et al.*, 2017).

El programa de mejoramiento genético de trigo del INIFAP-CIRNO-CENEB en colaboración con el CIMMYT se ha enfocado a generar variedades de trigo cristalino con alto potencial de rendimiento, resistentes a enfermedades y con calidad industrial. Durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2018-2019 se identificó a la línea elite 8 (LE-8) identificada por la cruza "HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/RASCON_37/4/CRAKE_10/RISSA /11/TATLER_1/TARRO_1/3/ALTAR84/BISU……/4/FNFOOT/12/TOPDY_18/F" con características similares de calidad y rendimiento a la variedad CIRNO C2008 por lo cual se perfila como candidata para ser liberada como nueva variedad de trigo cristalino para el 2020.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para analizar el comportamiento de las LE-8 se tomaron como testigos a las variedades CIRNO C2008 y CENEB ORO C2017. Las evaluaciones experimentales se realizaron en cuatro fechas de siembra (15 y 30 de noviembre; 15 y 30 de diciembre del 2018) con dos y cuatro riegos de auxilio en el Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) y en una fecha de siembra (12 de diciembre de 2018) en el Sitio Experimental Valle del Mayo (SEMAY)-INIFAP con tres riegos de auxilio. En ambos sitios se establecieron a una densidad de 100 kg ha^{-1} de semilla, en dos surcos de 80 cm de separación con una longitud de 5 m y sobre el lomo del surco dos hileras a una separación de 30 cm entre hileras. La fertilización y aplicación de la misma se realizó bajo las recomendaciones de la guía para producir trigo en el sur de Sonora por Figueroa *et al.* (2011). Para el control malezas se usó Metsulfurón metil + Thifensulfurón metil y Pinoxaden + Cloquintocet-mexyl, así mismo, para el combate de pulgón se utilizó Imidacloprid + Betacyfluthrin. Durante el desarrollo del cultivo se registraron las variables días a floración, días a madurez, altura de planta, rendimiento de grano, reacción a enfermedades (royas) y porcentaje de granos infectados por carbón parcial (*Tilletia indica*). El porcentaje de proteína y coloración de sémola se realizó en el laboratorio de calidad de trigo del CENEB. Se realizó un análisis de varianza con el paquete estadístico SAS 9.4 (2013), además se realizó comparación de medias (Tukey, $p < 0.05$) para los genotipos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cultivo de trigo presentó variaciones en rendimiento entre localidades y ciclos de evaluación, principalmente por la disponibilidad de agua. El rendimiento de grano es uno de los caracteres más afectados por la falta de agua cuando se aplicaron dos o cuatro riegos de auxilios (Cuadro 1). La LE-8 registró un rendimiento experimental promedio 6 933 kg ha^{-1} con dos riegos de auxilio y de 7 979 kg ha^{-1} con cuatro riegos de auxilio, con un rendimiento del 11 y 13% superior a la variedad comercial CIRNO C2008, respectivamente. Esta variedad es de hábito de crecimiento primaveral y resistente a la roya de la hoja; en las cuatro fechas de siembra, fue superior a CIRNO C2008.

LE-8 presentó el espigamiento a los 77 días, al igual que CIRNO C2008 (Cuadro 2), y tarda 127 días para llegar madurez fisiológica. La longitud de sus tallos la clasifican de porte bajo, con altura promedio de 83 cm. En cuanto a carbón parcial, presentó un nivel de 4.9% de grano infectado, lo que la clasifica como resistente. Está línea candidata representa una opción de trigo cristalino para los agricultores en los estados Sinaloa y Sonora. Con la futura adopción de la LE-8 por los agricultores, se podrían de dejar de realizar aspersiones de fungicida para el control de roya de la hoja, en aproximadamente 120 000 ha que representa la superficie sembrada para el ciclo agrícola O-I 2019-20 con la variedad CIRNO C2008.

Cuadro 1. Rendimiento de grano promedio (Kg ha^{-1}) de las cuatro fechas de siembra con dos y cuatro riegos de auxilio.

VARIEDAD	1-FS	2-FS	3-FS	4-FS
	RIEGO LIMITADO			
CIRNO C2008	6 031	6 208	6 971	5 596
CENEB ORO C2017	6 294	6 645	7 110	6 442
LÍNEA ELITE 8	7 054	7 019	7 875	5 785
	RIEGO NORMAL			
CIRNO C2008	7 436	7 240	6 958	6 402
CENEB ORO C2017	7 350	7 560	7 192	6 990
LÍNEA ELITE 8	7 906	8 263	8 427	7 319

FS = Fecha de siembra.

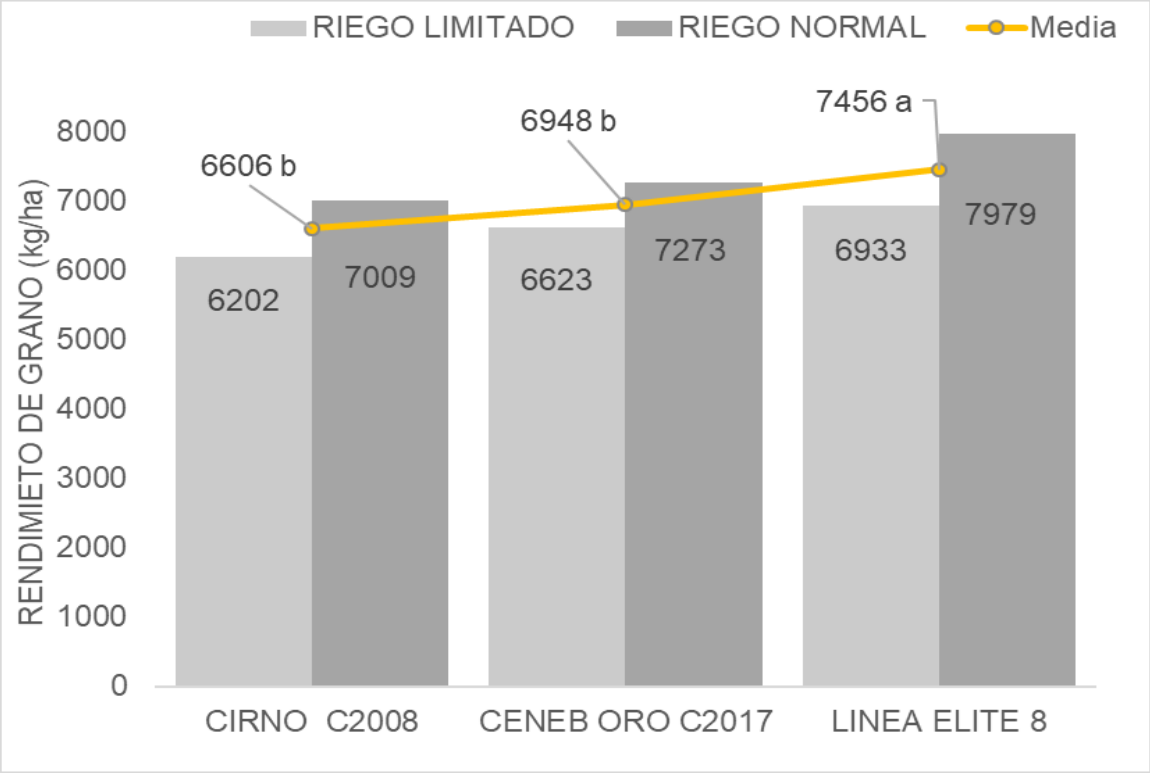


Figura 1. Promedio general de rendimiento de grano por genotipo (DMS= 416) y por condición de riego.

Cuadro 2. Caracteres fisiológicos, calidad y reacción a enfermedades en el Campo Experimental Norman E. Borlaug y el Sitio Experimental Valle del Mayo.

VARIEDAD/LÍNEA	DF	MF	AP	PM	b Minota	% Pt	% ICP
CIRNO C2008	77	124	80	53	19.3	12.3	1.1
CENEB ORO C2017	76	123	89	48	26.2	11.9	1.9
LÍNEA ELITE	77	127	83	50	21.4	11.8	4.9

DF = días a espigamiento; MF = madurez fisiológica; AP = Altura de planta; PM = Peso de mil granos; b Minota = grados de pigmentación de sémola; % Pt = Porcentaje de proteína en grano; % ICP = Porcentaje de granos infectados por carbón parcial.

CONCLUSIONES

La incorporación de “Línea élite 8” al mosaico genético de variedades recomendadas para Noroeste de México, representa una alternativa para los productores de trigo cristalino ya que supera en rendimiento a la variedad CIRNO C2008. Además, es resistente al carbón parcial del trigo y a las razas de royas actualmente presentes en la región con lo cual se disminuye/elimina la aplicación de fungicidas para su control.

REFERENCIAS

Figueroa L., P., J. L. Félix F., G. Fuentes D., V. Valenzuela H., G. Chávez V., J. A. Mendoza L. 2010. CIRNO C2008, nueva variedad de trigo cristalino con alto rendimiento potencial para el estado de Sonora. Revista Mexicana Ciencias Agrícolas, 1(5): 739-744.

Figueroa L. P., G. Fuentes D., J. M. Cortés J., L. M. Tamayo E., P. Félix V., J. E. Ortiz E., I. Armenta C., V. Valenzuela H. G. Chávez V. y J.L. Félix F. 2011. Guía para producir trigo en el sur de Sonora. Folleto para productores N° 39. Cd. Obregón, Sonora, México.

Pérez-López J. B., E. García-León, H. E. Villaseñor-Mir, R. P. Singh y K. Ammar. 2017. Desarrollo de la epifitia de roya de la hoja causada por Puccinia triricina E. en la variedad de trigo cristalino Cirno C2008 durante el ciclo otoño-invierno 2016-2017 en el Bajo Río Mayo, Sonora. Revista Mexicana de Fitopatología 35(Supl. 2017): S39.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. SAGARPA. México. Disponible en http:/ www.siap.sagarpa.gob.mx/.

PATOGENICIDAD DE HONGOS AISLADOS DE PLANTAS DE CHILE CON SÍNTOMAS DE SECADERA

PATHOGENICITY OF FUNGI ISOLATED FROM CHILE PEPPER PLANTS WITH SYMPTOMS OF DRYING

Ramírez-Valadez, María Gabriela[1*]; Martínez-Fernández, Maihualy[1]; García-Rodríguez José Leonardo[1]; Maltos-Buendía, Jorge[2]; Santana-Espinoza Saúl [1].

[1]INIFAP Campo Experimental Valle del Guadiana Km 4.5 carretera Durango-El Mezquital, Dgo. Durango. [2]INIFAP Campo Experimental La Laguna, Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros, Coahuila.
***Autor principal: ga_bi05@hotmail.com**

RESUMEN

Se evaluó la patogenicidad de 20 cepas de hongos, aislados de plantas de chile con síntomas de secadera, de diferentes municipios pertenecientes a región de La Laguna de Durango. Se utilizaron semillas criollas de las variedades tornachile y guajillo. En la variedad guajillo siete de los 20 aislamientos fueron altamente virulentos, mientras que en la variedad tornachile, 11 de los 20 aislamientos mostraron virulencia alta. Los aislamientos de Fusarium que presentaron mayor virulencia en ambas variedades de semillas fueron; K4ZR, Y5C y MRXR provenientes de las localidades de La Cuesta, Agustín Melgar y Francisco Primo de Verdad, pertenecientes a los municipios de Rodeo, Nazas y San Juan del Río, respectivamente. Los aislamientos de *Pythium*, que mostraron virulencia alta en ambas variedades fueron; S1CX1 Y R2R, con 0% de sobrevivencia. Solo el aislamiento de *Rhizoctonia* con clave Z4C aislado en el municipio de Nazas, presentó un 0% de sobrevivencia en ambas variedades.

ABSTRACT

The pathogenicity of 20 fungal strains, isolated from plants with drying symptoms, from different municipalities belonging to the La Laguna de Durango region was evaluated. Creole seeds of the tornachile and guajillo varieties were used. In the guajillo variety seven of the 20 isolates were highly virulent, while in the tornachile variety, 11 of the 20 isolates showed high virulence. The Fusarium isolates that presented greater virulence in both varieties of seeds were; K4ZR, Y5C and MRXR from the towns of La Cuesta, Agustín Melgar and Francisco Primo de Verdad, belonging to the municipalities of Rodeo, Nazas and San Juan del Río. The Pythium isolates, which showed high virulence in both varieties were; S1CX1 and R2R, with

0% survival. Only the Rhizoctonia isolate with Z4C code isolated in the municipality of Nazas, showed 0% survival in both varieties.

INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum annum* L.) es uno de los cultivos originarios de México y de los más importantes a nivel mundial. Sus distintas variedades se adaptan a diversos climas y tipos de suelos, lo que ha contribuido a su exitosa y amplia distribución geográfica. El chile es una de las hortalizas con mayor tradición en la dieta de los mexicanos, cultivándose comercialmente en más de la mitad de los estados del país (Aguirre y Muñoz, 2015).

Es reconocida la susceptibilidad de los diferentes tipos de chile a numerosas enfermedades que afectan la calidad y los rendimientos, llegando a causar cuantiosas pérdidas. En los últimos años, esta hortaliza ha recibido gran atención en el mundo debido al ataque de plagas y enfermedades que afectan los rendimientos (Aguirre y Muñoz, 2015). En México, la producción del cultivo es afectada por diversos organismos patógenos causantes de siniestro parciales y totales. Dentro de éstos, se encuentran hongos, bacterias, virus y nematodos, cuyos daños pueden variar de acuerdo a la región en que se ubiquen. Como consecuencia, algunas regiones productoras importantes han disminuido su superficie de siembra o la producción se han desplazado a nuevas áreas (Velásquez-Valle *et al*., 2003).

Dentro de la problemática que presenta el cultivo a nivel nacional se encuentran los altos costos del manejo fitosanitario que pueden evitar la aplicación de las recomendaciones de manejo de organismos dañinos, y, por consiguiente, incrementan la severidad de las plagas y enfermedades que afectan las parcelas de chile. Las plantas de chile en el Estado son infectadas en forma endémica por diversos patógenos que reducen la población de plantas y abaten el rendimiento y calidad del producto ya sea en verde o para secado. Entre las limitantes biológicas del cultivo de chile en el estado de Durango, se encuentran patógenos de origen viral o bacteriano presentes en las parcelas que causan daños de magnitud variable (Velásquez-Valle et al., 2003), sin embargo, sobresale la presencia de fitopatógenos que causan las pudriciones de la raíz (Velásquez-Valle et al., 2001). El objetivo del presente estudio consistió en determinar la patogenicidad de los hongos aislados de plantas de chile con síntomas de secadera.

MATERIALES Y METODOS

Se determinó la patogenicidad de 20 cepas de hongos (10 de *Fusarium*, 5 de *Pythium*, y 5 de *Rhizoctonia*) obtenidas anteriormente de plantas de chile enfermas del ciclo de productivo

2018, de nueve municipios de la región de La Laguna de Durango, se utilizaron dos muestras de semillas criollas una de la variedad guajillo y otra de la variedad tornachile.

El ensayo se llevó a cabo en el Laboratorio de Usos Múltiples del INIFAP en Durango. Las semillas se lavaron por dos minutos en hipoclorito de sodio al 2% y se enjuagaron tres veces con agua destilada estéril. Las semillas se transfirieron a cajas Petri conteniendo agua agar al 2% y se incubaron por siete días a 24 °C con ciclo diario de luz de 14 h. Se revisaron cada 24 horas para seleccionar semillas libres de crecimiento de cualquier microorganismo.

Al cuarto día se transfirieron grupos de tres semillas a nuevas cajas Petri y se incubaron por 10 días a 24 °C, con ciclo diario de luz de 14 h. Las plántulas contenidas en las cajas las cajas Petri fueron inoculadas en el cuello a los 14 días con un fragmento de 0.5 cm^2 de los diferentes hongos; *Fusarium*, *Pythium* y *Rhizoctonia*, los cuales, se incubaron por siete días en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar. Los tratamientos se evaluaron a los 14 días después de la inoculación de los hongos, registrando el número de plantas vivas y muertas y obteniendo el porcentaje de supervivencia. Las plántulas que tuvieron una supervivencia igual o menor al 15% se consideraron altamente virulentos. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento; la unidad experimental fue de cinco plantas por repetición

RESULTADOS Y DISCUSION

En las semillas de la variedad guajillo los aislamientos que presentaron mayor virulencia fueron siete, mientras que en la variedad tornachile, 11 de los 20 aislamientos evaluados presentaron virulencia alta. En la variedad guajillo el hongo con mayor número de aislamientos virulentos fue *Fusarium* con cuatro, seguido por *Pythium* con dos y finalmente uno de *Rhizoctonia*. Los aislamientos virulentos en las semillas de la variedad tornachile corresponden cinco de ellos a *Fusarium*, tres a *Rhizoctonia* y tres de *Pythium* (Cuadro 1).

Los aislamientos de *Fusarium* K4ZR, Y5C y MRXR provenientes de las localidades de La Cuesta, Agustín Melgar y Francisco Primo de Verdad, pertenecientes a los municipios de Rodeo, Nazas y San Juan del Río, respectivamente, presentaron virulencia alta en ambas variedades (guajillo y tornachile) con menos de 15% de sobrevivencia, mientras que los aislamientos K5ZR y J1ZR, obtenidos de las localidades de La Cuesta y Francisco de Ibarra presentaron virulencia alta con el 0% de sobrevivencia solo en las plántulas de la variedad tornachile, en tanto el aislamiento de *Fusarium* Ω1R, proveniente de la localidad El Refugio, perteneciente al municipio de Lerdo, mostró virulencia alta (0% de sobrevivencia) sólo en la

variedad guajillo. El resto de los aislamientos H1ZR, TIR, X3R y V2R*M, presentaron sobrevivencia mayor al 20% en ambas variedades, por lo que no se consideran virulentos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentajes de sobrevivencia de diferentes aislamientos de *Fusarium*, *Pythium* y *Rhizoctonia* a semillas criollas de chile variedad guajillo y tornachile.

Hongo	Clave	Procedencia	Sobrevivencia (%)	
			Guajillo	Tornachile
Fusarium	K4ZR	La Cuesta, Rodeo	0	0
Fusarium	K5ZR	La Cuesta, Rodeo	33.3	0
Fusarium	H1ZR	El Crucero, San Juan del Rio	73.3	53.4
Fusarium	J1ZR	Francisco de Ibarra, San Juan del Rio	46.7	0
Fusarium	T1R	San Luis del Cordero	73.3	20
Fusarium	X3R	J. Agustín Castro, Peñón Blanco	60	40
Fusarium	Ω1R	El Refugio, Lerdo	0	20
Fusarium	V2R*M	21 de marzo, Lerdo	86.7	26.7
Fusarium	Y5C	Agustín Melgar, Nazas	0	0
Fusarium	M2XR	Francisco Primo de Verdad, San Juan del Río	13.3	0
Pythium	S1CX2	Ceballos, Mapimí	46.7	0
Pythium	S3R	Ceballos, Mapimí	100	100
Pythium	S1CX1	Ceballos, Mapimí	0	0
Pythium	N1ZC	José María Patoni, San Juan del Río	100	100
Pythium	R2R	Ricardo Flores Magón, General Simón Bolivar	0	0
Rhizoctonia	Z4C	Lázaro Cárdenas, Nazas	0	0
Rhizoctonia	Q1C’	Francisco Sarabia, Nazas	33.3	0
Rhizoctonia	W4C	Ricardo Flores Magón, General Simón Bolivar	60	0
Rhizoctonia	I3ZR	El Crucero, San Juan del Río	80	100
Rhizoctonia	O1R	San Pedro del Gallo	33.3	46.7

Los aislamientos de *Pythium* procedentes de las localidades de Ceballos y Ricardo Flores Magón pertenecientes a los municipios de Mapimí y General Simón Bolivar, respectivamente, que mostraron virulencia alta en ambas variedades fueron; S1CX1 Y R2R, con 0% de sobrevivencia. Los aislamientos con clave SR3 y N1ZC de Ceballos, Mapimí y José María Patoní de San Juan del Río, no presentaron síntomas de la virulencia del hongo en ambas variedades evaluadas.

Solo el aislamiento de *Rhizoctonia* con clave Z4C aislado en el municipio de Nazas, presentó un 0% de sobrevivencia en ambas variedades, mientras que los aislamientos Q1C’ y W4C provenientes de las localidades de Franscisco Sarabia, Nazas y Ricardo Flores Magón del municipio General Simón Bolivar, mostraron virulencia alta solo en la semilla de la variedad

tornachile, por su parte en los aislamientos IEZR y O1R se obtuvo más de 33.3% de sobrevivencia por lo que se consideraron no virulentos.

CONCLUSIONES

De los 20 aislamientos, 11 mostraron virulencia alta en la variedad tornachile y siete en la variedad guajillo, siendo los asilamientos de *Fusarium* los que mostraron mayor virulencia, seguido de *Pythium* y finalmente *Rhizoctonia* en menor proporción.

REFERENCIAS

Aguirre, H. E., y Muñoz, O. V. 2015. El chile como alimento. Ciencia 66 (3): 16-23.

Velásquez-Valle, R., Medina-Aguilar, M.M. y Luna-Ruiz, J. de J. 2001. Sintomatología y géneros de patógenos asociados con las pudriciones de la raíz del chile (*Capsicum annuum* L.) en el Norte-Centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología 19:175-181.

Velásquez-Valle, R., Medina-Aguilar, M.M., y Macías-Valdez, L.M. 2003. Reacción de líneas avanzadas de chile (*Capsicum annuum* L.) provenientes de Zacatecas a enfermedades comunes en Aguascalientes, México. Revista Mexicana de Fitopatología 21:71-74.

RESPUESTA DE VARIEDADES DE CEBADA A LA APLICACIÓN DE DIFERENTES FUENTES Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

RESPONSE OF DIFFERENT BARLEY VARIETIES TO NITROGEN SOURCE AND DOSE

Avila-Perches, Miguel Angel[1*], Mauro Refugio Zamora Díaz[2], Ramón Huerta Zurita[1], Alfredo Josué Gámez Vázquez[1], Francisco Paúl Gámez Vázquez[1].

[1]INIFAP, Campo Experimental Bajío, km 6.5 de la carretera Celaya-San Miguel de Allende, C. P. 38010, Roque, Celaya, Gto. [2]INIFAP, Campo Experimental Valle de México, km. 13.5 de la carretera Los Reyes-Texcoco, C. P. 56250, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México.

***Autor principal: avila.miguel@inifap.gob.mx**

RESUMEN

El ensayo se estableció bajo condiciones de riego en Roque, Celaya, Guanajuato, para evaluar el efecto de dos tipos de urea (convencional y de liberación controlada) y tres dosis de nitrógeno (90, 180 y 270 unidades por ha) en el comportamiento agronómico de cuatro variedades de cebada. Los resultados obtenidos resaltan que no hubo diferencia significativa entre los dos tipos de urea utilizados y que no se justifica la aplicación de 270 unidades de nitrógeno, además de que la variedad de cebada fue el factor que más influyó en la manifestación de los caracteres evaluados. Cabe destacar que la variedad Alina, presentó los mayores promedios en rendimiento de grano, altura de planta e índice de cosecha.

ABSTRACT

The experiment was established under irrigation conditions in Roque, Celaya, Guanajuato, in order to evaluate the effect of two nitrogen fertilizers (conventional and slow-release), three nitrogen doses (90, 180 and 270 units per ha) on the agronomic performance of four barley varieties. Results showed no significant difference between nitrogen fertilizers. Also, it was observed that the application of 270 nitrogen units is not justified. In addition, barley variety was the factor that most influenced the evaluated agronomic traits. Among barley varieties, Alina showed the highest grain yield, plant height and harvest index.

INTRODUCCIÓN

En México durante el 2019, se sembraron alrededor de 367,000 ha con cebada y se cosecharon más de 964,000 t, de las cuales el 57 % se obtienen en temporal durante el ciclo

primavera-verano y el 43 % se producen en riego en el otoño-invierno. Los principales estados productores son Guanajuato e Hidalgo, que cosechan el 36.2 y 20.8 % respectivamente, de la producción nacional (SIAP, 2020).

Actualmente, la rentabilidad en la producción de granos en El Bajío de Guanajuato, ha sido impactada por el aumento excesivo en el precio de los fertilizantes químicos y otros insumos agrícolas, por el deterioro del suelo y por el abatimiento de los mantos freáticos (Báez *et al*., 2012).

En el Bajío de Guanajuato, la agricultura se caracteriza por la rotación cereal-cereal, aplicación de altas dosis de fertilización nitrogenada (FN) y grandes láminas de riego en el ciclo agrícola otoño-invierno (O-I), para obtener alto rendimiento de grano. Este sistema de producción se ha relacionado con la disminución del contenido de materia orgánica del suelo. El cultivo de cebada para malta es una alternativa de producción para el ciclo agrícola O-I, ya que requiere dosis de FN menores para satisfacer los estándares que establece la industria maltera y un menor número de riegos por la precocidad de su ciclo de producción (Vera *et al.*, 2002).

El nitrógeno (N) es el elemento más limitante para la producción de cereales, en la cebada la disponibilidad de N es relevante, sobre todo en las etapas de mayor demanda que son el ahijamiento y el encañe. Una adecuada disponibilidad de N puede incrementar no sólo la calidad del grano, en especial el contenido de proteína, sino también el nivel de producción, aunque la industria cervecera prefiere variedades de cebada con contenidos de proteína menores al 14 % y alto contenido de almidón (Lema *et al.*, 2017)

La fertilización nitrogenada y la cantidad de semilla que se utiliza por ha, son dos factores que inciden en el rendimiento de cebada, la fertilización nitrogenada presenta efecto también en el contenido de proteína del grano, de tal modo que si este es muy elevado no es apropiado para la fabricación de malta para cerveza. Hasta hace pocos años, en México se realizaba la producción de malta para cerveza, con cebada de seis hileras, porque la investigación en mejoramiento genético generó las variedades aptas a muchas regiones con distintas condiciones climáticas y resistencia a plagas y enfermedades y además con un alto potencial enzimático. No obstante en Estados Unidos, Canadá y Europa, es preferida la cebada de dos hileras para elaborar una mejor cerveza, esto, porque presentan granos más gruesos y uniformes, así como una cáscara más fina que la cebada de seis hileras (Navarrete, 2025).

Por lo que el objetivo del presente estudio, fue determinar el efecto de dos fuentes y tres dosis de fertilización nitrogenada en las características agronómicas de cuatro genotipos de cebada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se efectuó bajo condiciones de riego durante el ciclo otoño-invierno de 2019-2020, en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) localizado en Roque, municipio de Celaya, Guanajuato a 20°32' de latitud norte, 100°49' de longitud oeste y a una altitud de 1,752 metros sobre el nivel del mar.

El estudio se estableció con un arreglo en parcelas subdivididas en un diseño experimental de bloques al azar, en la parcela mayor se ubicaron dos fuentes de nitrógeno (N): urea convencional (UC) y de liberación controlada (ULC), mientras que en la parcela mediana se situaron tres dosis de N (DN): 90, 180 y 270 unidades ha^{-1}, en tanto que en la parcela chica se sembraron cuatro genotipos de cebada: Alina, S152, Explorer y Metcalfe, las dos primeras fueron formadas por el INIFAP y son de seis hileras en la espiga, en tanto que las restantes son variedades extranjeras de dos hileras en la espiga. El experimento se sembró el 26 de diciembre de 2019, con una densidad de 100 kg de semilla por ha. La parcela experimental fue de cuatro surcos de 3 m de largo y 75 cm de separación sembrados a doble hilera con separación de 20 cm entre hileras, en tanto que la parcela útil fueron los dos surcos centrales de 3m. Se efectuó un riego después de la siembra para promover la germinación de semilla y emergencia de la plántula, posteriormente, se aplicaron tres riegos de auxilio a los 40, 65 y 85 días. Además del nitrógeno, en todas las unidades experimentales se aplicaron 60 unidades de P_2O_5 ha^{-1}, para lo cual se utilizó superfosfato de calcio triple, todo el fertilizante se incorporó en la siembra. El resto del manejo agronómico se realizó de acuerdo a las recomendaciones del INIFAP para la región.

Se determinaron las siguientes características: Rendimiento de grano (RG), altura de planta (AP) e índice de cosecha (IC). Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa SAS, cuando las diferencias fueron significativas se empleó la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 0.05 de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tres características evaluadas, los análisis de varianza (Cuadro 1) detectaron diferencias significativas sólo en la fuente de variación de genotipos, en tipo de urea y dosis de nitrógeno y en las diferentes interacciones, no hubo diferencias significativas, lo anterior resalta la importancia de la variedad que se establece y la falta de respuesta en los demás factores de estudio pudo ser ocasionada porque el suelo donde se estableció el experimento, presentaba un buen nivel de nitrógeno en forma natural. La falta de significancia por el tipo de urea utilizado en cebada, también fue reportado por Lema *et al*. (2017). Es importante resaltar los valores de los coeficientes de variación, que se ubicaron en menos del 15 %, lo cual es un indicativo de la confiabilidad de los resultados.

Cuadro 1. Cuadrados medios de los análisis de varianza de tres características agronómicas de genotipos de cebada sembrados con diferentes fuentes y dosis de fertilización nitrogenada.

Fuente de variación	Rendimiento de grano	Altura de Planta	Índice de cosecha
Tipo de Urea (TU)	25088.001 N.S.[2]	110.262 N.S.[2]	0.037 N.S.[2]
Dosis de nitrógeno (DN)	2023790.222 N.S. [2]	16.871 N.S.[2]	0.029 N.S.[2]
Genotipo (G)	4951348.152 *	423.401 **	0.424 **
TU X DN	151562.671 N.S.[2]	5.623 N.S.[2]	0.003 N.S.[2]
TU X G	3484283.261 N.S.[2]	38.022 N.S.[2]	0.033 N.S.[2]
DN X G	1216574.813 N.S.[2]	19.551 N.S.[2]	0.023 N.S.[2]
TU X DN X G	763753.481 N.S.[2]	14.202 N.S.[2]	0.004 N.S.[2]
C. V. (%) [1]	13.166	11.096	13.166

[1]C. V.: Coeficiente de variación.
[2]N. S.: No significativo.
* y **:Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

Aunque no hubo diferencias significativas, el RG fue mayor con 270 unidades de N (UN), no obstante éste supero sólo por 159.4 kg ha^{-1}, el valor de 180 UN, la dosis de 90 UN presentó el menor promedio con una producción menor a 6.7 kg ha^{-1}. Lo anterior, coincide con Báez *et al*. (2012) en el sentido de que aplicar una dosis mayor a 180 UN es innecesario y además aumenta los costos de producción. Por último, es importante destacar que Alina mostró un RG de 7,700.4 kg ha^{-1} y fue estadísticamente diferente y superior a los 3 genotipos restantes (Cuadro 2).

La urea de liberación controlada (ULC) y la DN de 270 unidades ha^{-1} tendieron a mostrar los mayores valores en altura de planta (AP), así como los menores promedios en Índice de

cosecha (IC), aunque sin diferencias significativas. Es importante destacar que la variedad Alina tuvo los valores más altos en AP e IC (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características agronómicas de cuatro genotipos de cebada sembrados con diferentes fuentes y dosis de fertilización nitrogenada.

Factor de studio	Rendimiento de grano (kg ha^{-1})	Altura de planta (cm)	Índice de cosecha
Tipo de urea			
Convencional	7,024.4	64.11	0.83
Liberación controlada	6,987.1	66.58	0.79
DMS[1]	585.5	3.52	0.05
Dosis de nitrógeno[2]			
90	6,683.3	64.87	0.84
180	7,087.3	64.85	0.82
270	7,246.7	66.31	0.77
DMS[1]	1,229.9	5.46	0.08
Genotipo			
Alina	7,700.4	71.46	0.98
S152	6,912.0	65.47	0.90
Explorer	6,982.2	64.83	0.73
Metcalfe	6,428.4	59.61	0.64
DMS[1]	849.0	4.29	0.04

[1]DMS: Diferencia mínima significativa
[2]Dosis de nitrógeno: Unidades por ha.

CONCLUSIONES

No hubo diferencia significativa entre los dos tipos de urea utilizados. De acuerdo con el comportamiento agronómico de las variedades evaluadas, no se justifica la aplicación de 270 unidades de nitrógeno. El genotipo de cebada fue el factor que más influyó en la manifestación de los caracteres evaluados. La variedad Alina, presentó los mayores promedios en rendimiento de grano, altura de planta e índice de cosecha.

REFERENCIAS

Báez P. A., J. M. Arreola T., B. Triomphe, A. Bautista C. y P. de J. Licea M. 2012. Implementación de la siembra directa para producción de cebada maltera en el estado de Guanajuato. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3(8): 1509-1519.

Lema A. A. C., E. R. Basantes M. y J. L. Pantoja G. 2017. Producción de cebada (Hordeum vulgare L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. Agron. Mesoam. 28(1): 97-112.

Navarrete R. D. 2015. Rendimiento y calidad de grano en líneas experimentales de cebada de dos hileras (Hordeum distichum L.). Tesis M. C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2020. Consultado en: www.gob.mx/siap.

Vera N. J. A., O. A. Grageda C., M. A. Vuelvas C. y J. J. Peña C. 2002. Absorción de nitrógeno (15N) por el cultivo de cebada en relación con la disponibilidad de agua en “El Bajío”, Guanajuato, México. Terra 20: 57-64.

MÉTODOS DE INCORPORACIÓN DE NP Y COMPOSTA Y RENDIMIENTO DE TRIGO (*Triticum aestivum*) EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

NITROGEN, PHOSPHORUS AND COMPOST INCORPORATION METHODS AND WHEAT YIELD (Triticum aestivum) IN THE YAQUI VALLEY, SONORA.

Cortés-Jiménez, Juan Manuel*, Ortiz-Avalos Alma Angélica

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12, C.P. 85000,
Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. (55) 38718700 Ext. 81210.
***Autor principal: cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx**

RESUMEN

Durante el ciclo 2019-20, en el Valle del Yaqui, Sonora, se evaluaron las dosis 150-78-0, 0-78-0, 150-78-0 y 150-0-0 de NPK en forma de urea y fosfato mono amónico. Se aplicaron al voleo sobre la paja del cultivo anterior y enseguida se aplicaron 5.0 t ha^{-1} de composta de gallinaza. Los fertilizantes se incorporaron con dos pasos de rastra y en el resto se dejaron sobre la paja y se incorporaron con el riego de germinación. Se utilizó la variedad Borlaug 100 con 75 kg ha^{-1} de semilla. La disponibilidad de NP en el estrato 0-30 cm, fue de 57 kg ha^{-1} y 13 ppm respectivamente. La concentración en la composta fue de 2.9 y 1.0 % en el mismo orden. Se sembró el 15 de enero de 2020. Se usó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones. Se concluyó que la mayor respuesta a la aplicación de nitrógeno y fósforo en combinación con composta, se obtuvo con la incorporación con rastra de los fertilizantes químicos y orgánicos evaluados.

ABSTRACT

During crop season 2019-20, in the Yaqui Valley, Sonora, the doses 150-78-0, 0-78-0, 150-78-0 and 150-0-0 of NPK in the form of urea and Monoammonium phosphate were evaluated. They were broadcast on the straw of the previous crop and then 5.0 t ha^{-1} of chicken manure compost were applied. The fertilizers were incorporated with two steps of harrowing and in the rest they were left on the straw and incorporated with the germination irrigation. The Borlaug 100 variety was used with 75 kg ha^{-1} of seed. NP availability in the 0-30 cm of soil was 57 kg ha^{-1} and 13 ppm respectively. The concentration in the compost was 2.9 and 1.0% in the same order. Sowing date was on January 15, 2020. A randomized block design based on divided plots and four replications was used. It was concluded that the greatest response to the application of nitrogen and phosphorus in combination with compost was obtained with the incorporation of the chemical and organic fertilizers evaluated with harrow.

INTRODUCCIÓN

El manejo sustentable de los recursos agua y suelo, es una prioridad impostergable en zonas de riego como el Valle del Yaqui, Sonora, donde la falta del agua puede ser un factor limitante para la producción. Existe consenso, de que la cobertura del suelo con residuos de cosecha reduce la temperatura del suelo y las pérdidas de agua por evaporación, lo cual ya fue ampliamente documentado al estudiar el acolchado de suelo (Hanks, 1958; Hanks *et al*., 1961). La cobertura del suelo tiende a reducir la temperatura edáfica hasta en 20 °C (Ross *et al*., 1986). A una pulgada de profundidad, el suelo desnudo deja pasar de 1.53 a 9.02 cal/cm^2/día, mientras que la cobertura del suelo con residuos orgánicos de 0.67 a 5.35 cal/cm^2/día (Kohnke y Werkhoven, 1963). El manejo del suelo con algún sistema de cobertura es una técnica eficaz para conservarlo en buen estado, la cobertura orgánica también amortigua el impacto de las gotas de lluvia y el viento, reduce la erosión y la formación de costras (Kohnke y Werkhoven, 1963; Narro, 1987).

El incremento en la humedad aprovechable y la disminución de la temperatura del suelo, es una de las mayores ventajas de la siembra directa en el Valle del Yaqui (Cortés *et al*., 2011; Ruíz *et al*., 2012). En INIFAP se generó un esquema de gestión de la innovación con siembra directa en trigo, que permitió una rápida apropiación de la tecnología por parte del productor (Cortés y Ortiz, 2014), y una mayor adopción de la siembra directa de trigo (Cortés *et al*., 2015). En el esquema adoptado por el productor, la fertilización inicial se aplica al voleo, se siembra y enseguida se aplica el riego de germinación, con el cual se pretende incorporar los fertilizantes. El mayor uso de compostas en la región y la generación de tecnología de producción orgánica (Cortés y Ortiz 2018), han planteado la necesidad de combinar ambos conceptos de la agricultura sustentable; la conservación del suelo mediante la siembra directa, lo cual implica el uso de herbicidas y OGMs, y la producción de alimentos inocuos, sin residuos de agroquímicos que sean nocivos para la salud de las personas, de los animales y de los ecosistemas, conceptos en los que hace énfasis la agricultura orgánica.

En los suelos del Valle del Yaqui, existe una deficiencia generalizada de nitrógeno y fósforo y es indispensable su aplicación en trigo. Actualmente los costos de fertilización representan de 20 a 30 por ciento de los costos de producción en trigo, lo cual depende de la dosis y la fuente que se utilice (Cortés *et al.,* 2011). En siembra directa, no existe información suficiente que permita determinar la eficiencia con que se utiliza el nitrógeno y el fósforo aplicados al voleo sobre la paja e incorporado con el riego de germinación. El objetivo del presente trabajo fue comparar dos métodos de incorporación de nitrógeno, fósforo y composta en un sistema de siembra directa en trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó durante el ciclo otoño-invierno 2019-2020, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP. El campo se ubica en el block 910 del Valle del Yaqui, Sonora, México, a 27° 22' 06.12" de latitud norte y 109° 55' 18.59" de longitud oeste a 41 msnm. El clima es (BW (h)) de acuerdo con la clasificación de Koppen, modificada por García (1988) y el suelo de textura arcillosa. Se estudió el efecto del método de incorporación de nitrógeno y fósforo, sobre el rendimiento de grano y paja en un sistema de siembra directa en trigo. Los tratamientos evaluados fueron las fórmulas 150-78-0, 0-78-0, 150-78-0 y 150-0-0 de NPK en forma de urea y fosfato mono amónico respectivamente. El fertilizante se aplicó al voleo sobre la paja del cultivo anterior y enseguida se aplicaron 5.0 t ha de composta de gallinaza. En la mitad del ensayo, los fertilizantes se incorporaron con dos pasos de rastra y en el resto se dejaron sobre la paja y se incorporaron con el riego de germinación. Se utilizó la variedad Borlaug 100 con 75 kg ha^{-1} de semilla. La disponibilidad de nitrógeno y fósforo en el estrato 0-30 cm en el sitio experimental, fue de 57 kg ha^{-1} y 13 ppm respectivamente. La concentración de nitrógeno y fósforo en la composta fue de 2.9 y 1.0 % en el mismo orden. La siembra se realizó en seco el 15 de enero de 2020, en hileras separadas a 34 cm. Se utilizó una sembradora SEMEATO® de fabricación brasileña.

Se usó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones. La parcela mayor correspondió al método de incorporación y la menor a la aplicación de nitrógeno. La unidad experimental fue de seis surcos a 80 cm de separación y 25 metros de largo, y la parcela útil de una hilera de plantas de un metro de longitud. La siembra y la incorporación de los fertilizantes, se presenta en la Figura 1.

Figura 1. Izquierda; siembra directa de trigo sin incorporar fertilizantes. Derecha; rastreo para incorporar fertilizantes antes de sembrar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó un mayor rendimiento de grano y paja cuando el nitrógeno fue incorporado con rastra. La diferencia fue de 1.578 t ha^{-1} respecto a incorporarse en el riego de germinación en el sistema de siembra directa. En promedio, el tratamiento con nitrógeno reportó un incremento de 378 kg ha^{-1} respecto al testigo sin aplicación de este elemento (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Aplicación de nitrógeno y su relación con el rendimiento de grano de trigo, en un sistema de siembra directa con aplicación de composta. CENEB-INIFAP. Ciclo 2019/2020.

Método de incorporación	Rendimiento de grano t ha^{-1}		Media
	Con nitrógeno	Sin nitrógeno	
Riego	4.632	4.147	4.389
Rastra	6.103	5.831	5.967
Media	5.367	4.989	

Cuadro 2. Aplicación de nitrógeno y su relación con el rendimiento de paja de trigo, en un sistema de siembra directa con aplicación de composta. CENEB-INIFAP. Ciclo 2019/2020.

Método de incorporación	Rendimiento de paja t ha^{-1}		Media
	Con nitrógeno	Sin nitrógeno	
Riego	5.956	5.713	5.834
Rastra	7.397	7.125	7.261
Media	6.676	6.419	

Con respecto a la aplicación de fósforo, en promedio el tratamiento con este elemento reportó el rendimiento más alto de grano, independientemente del método de incorporación utilizado. Cuando el fósforo se incorporó con rastra, el rendimiento de grano reportó un incremento de 625 kg ha^{-1} respecto al método de incorporación a través del agua de riego; la diferencia en el rendimiento de paja fue de 706 kg ha^{-1} a favor de la incorporación con rastra (Cuadros 3 y 4).

Destaca en la evaluación, que aparentemente existió una baja respuesta a la aplicación de ambos elementos, sin embargo, 5.0 t ha^{-1} de composta aportaron 145 unidades de nitrógeno y 114.5 unidades de P_2O_5 por hectárea, lo cual explica la respuesta observada. En este sentido, se debe considerar que la solubilidad de los elementos contenidos en la composta es menor que la de los fertilizantes aplicados, por lo cual son de liberación más lenta.

Cuadro 3. Aplicación de fósforo y su relación con el rendimiento de grano de trigo, en un sistema de siembra directa y aplicación de composta. CENEB-INIFAP. Ciclo 2019/2020.

Método de incorporación	Rendimiento de grano t ha^{-1}		Media
	Con fósforo	Sin fósforo	
Riego	4.522	3.941	4.231
Rastra	5.044	4.669	4.856
Media	4.783	4.305	

Cuadro 4. Aplicación de fósforo y su relación con el rendimiento de paja de trigo, en un sistema de siembra directa y aplicación de composta. CENEB-INIFAP. Ciclo 2019/2020.

Método de incorporación	Rendimiento de paja t ha^{-1}		Media
	Con fósforo	Sin fósforo	
Riego	6.183	5.088	5.636
Rastra	6.323	6.360	6.342
Media	6.253	5.724	

En general, los bajos rendimientos obtenidos, se atribuyeron a la fecha de siembra tardía en que se estableció el ensayo. Lo anterior debido a las precipitaciones que se registraron durante la fecha óptima de siembra y la sembradora SEMEATO sólo siembra el trigo en suelo seco.

CONCLUSIONES

La mayor respuesta a la aplicación de nitrógeno y fósforo en combinación con composta, se obtuvo con la incorporación con rastra de los fertilizantes químicos y orgánicos evaluados.

Se requiere maquinaria especializada para incorporar el fertilizante y los abonos orgánicos en el sistema de siembra directa, y mantener la cobertura de paja del suelo.

REFERENCIAS

Cortés J.J.M. y Ortiz A.A.A. 2018. Agricultura orgánica: Resultados de investigación y transferencia de tecnología en el sur de Sonora. Libro técnico Núm. 8. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Cd. Obregón, Sonora. 180 p.

Cortés J.J.M., Ruiz V.T.J., Garatuza P.J., Yépez E.A., Macías C.J., Ortiz A.A.A., Zazueta E.G. 2011. Flujo de CO_2 en los sistemas de siembra directa y labranza convencional con rastreo, en el Valle del Yaqui, Sonora. XXXVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Campeche, Campeche. p. 646-651.

Cortés, J.J.M. Fuentes, D.G., Ortiz, E.J.E., Tamayo, E.L.M., Cortes, M.E., Ortiz, A.A.A., Félix, V.P., y Armenta, C.I. 2011. Agronomía del trigo en el sur de Sonora. Libro Técnico No. 6. Centro de Investigación Regional del Noroeste-CENEB-INIFAP. Noviembre de 2011. Cd. Obregón, Sonora. 238 p.

Cortés, J.J.M. y Ortiz, A.A.A. 2014. Innovación tecnológica con siembra directa de trigo en el Valle del Yaqui Sonora. XVIII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. ICA-UABC. Mexicali, B.C. p 473-477.

Cortés, J.J.M., López de Lara O.M., Ortiz A.A.A. y Beltrán L.S. 2015. Evolución y perspectivas de adopción de la siembra directa de trigo en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XL Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. San Luis Potosí, S.L.P. p 644-648.

García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Libros número 6. México, D.F. 90 pp

Hanks, R.J. 1958. Water vapor transfer in dry soil. Soil Sci.Soc. Amer. Proc. 22:372-374.

Hanks, R.J., S.A. Bowers, and L.D. Bark. 1961. Influence of soil surface conditions on net radiation, soil temperature and evaporation. Soil Sci. 91(4):233-238.

Kohnke, H., and C.H. Werkhoven. 1963. Soil temperature and soil freezinq as affected by an orqanic mulch. Soil Sci. Soc. Proc. 27:13-17.

Narro F., E. 1987. Física de suelos con enfoque agrícola. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 201 pp.

Ross, P.J., J. Williams, and R.L. McCown. 1986. Soil temperature and the enerqy balance of vegetative mulch in the semiarid tropics. I Statics analysis of the radiation balance. Soils and fertilizers. 49(8):933.

Ruíz, V.T.J., Cortés J.J.M., Ortiz A.A.A., Tamayo E.L.M., Zazueta E.G. y Rivera G.M. 2012. Efecto del sistema de labranza sobre el nivel de humedad aprovechable en un suelo arcilloso del valle del Yaqui, Sonora. Memoria de la XXIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango. p. 1374-1378.

PATOGENICIDAD DE 30 AISLAMIENTOS DE HONGOS ASOCIADOS A LA SECADERA DEL CHILE EN NOMBRE DE DIOS y POANAS, DGO.

PATHOGENICITY OF 30 ISOLATIONS OF FUNGI ASSOCIATED WITH THE CHILEAN DRYER IN NAME OF GOD and POANAS, DGO.

Martínez-Fernández, Maihualy[1*], María Gabriela Ramírez Valadez[1], José Leonardo García Rodríguez[1], Miguel Ángel Ramírez Fuentes[1]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Dir.: Carretera Durango – El Mezquital km. 4.5, C. P 3400, Durango, Dgo.,
***Autor principal: martínez.maihualy@inifap.gob.mx**

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal, la evaluación de la patogenicidad de 30 aislamientos de hongos, los cuales fueron obtenidos de muestras del cuello de la planta, las cuales presentaban sintomatología típica asociada a la secadera del chile (ahorcamiento en el cuello de la planta, deficiente sistema radicular, plantas marchitas con hojas senescentes y frutos prendidos a la planta; dichas muestras fueron colectadas en parcelas comerciales de productores, ubicadas en los municipios de Poanas y Nombre de Dios.

ABSTRACT

The main objective of the present work was to evaluate the pathogenicity of 30 isolates of fungi, which were obtained from samples from the neck of the plant, which presented typical symptoms associated with the drying of the chili (hanging on the neck of the plant, deficient root system, wilted plants with senescent leaves and fruits attached to the plant; these samples were collected in commercial plots of producers, located in the municipalities of Poanas and Nombre de Dios.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile en México, destaca por ser una de las hortalizas mayormente cultivadas, destinando su producción para los diferentes usos en los que a destacado su uso en fresco y deshidratado o seco, se utiliza como condimento debido a su principio picante, aplicaciones culinarias, por su sabor, color; además de su amplio espectro de aromas, combinado con los sabores básicos, la pungencia y los compuestos volátiles responsables del aroma (Anguiano 2010).

Dicho cultivo se encuentra distribuido entre las diferentes latitudes del país, encontrándose una gran superficie cultivada en el altiplano central, en la cual se encuentran ubicado el estado de Durango, donde el cultivo de chile es sembrado en altitudes que oscilan entre los 1700 y 2300 msnm, en diferentes agroecosistemas y bajo diversos métodos de siembra.

El cultivo de chile está presente en 31 entidades federativas, entre las que destacan: Chihuahua, Zacatecas, Durango, Guanajuato, Michoacán, San Luis Potosí, por la relación de superficie sembrada (ha) – rendimiento (ton/ha), (SIAP, 2020); consultado el 5 de julio de 2020.

En el estado de Durango se encuentran ubicados los municipios de Poanas (23°58´00´´N, 104°03´00´´O) a una altitud media de 1905 msnm y Nombre de Dios (23°51´00´´N, 104°14´00´´O) a una altitud de 1736 msnm, (Wikipedia 2020)

Son considerados como dos de los más importantes en la producción del cultivo de chile, donde dicha actividad es considerada como una de las principales fuentes de empleo e ingreso en las comunidades donde se produce el cultivo, derivado de ello, Durango se encuentra entre los primeros lugares de producción de chile para secado (Bravo, 2006).

Es conocido que el cultivo de chile es altamente susceptible al ataque de organismos patógenos causantes de enfermedades; los cuales se encuentran presentes en el ambiente y suelo donde se desarrolla el cultivo. Una de las principales a las cuales el cultivo se ve susceptible por su ataque, son: Entre los principales patógenos que atacan al cultivo de chile son: *Phytophthoracapsici*, *Xanthomonascampestri*ps. *Vesicatoria, Alternaria*spp., *A. alternata*, *Oidiopsistaurica, Leveillulataurica, Fusarium*spp., *Rhizoctonia solani, Pythium*spp., *Sclerotiniasclerotium, Sclerotiumrolfsii*, diferentes nematodos (*Meloidogyne*spp. y *Heterodera*spp.) y complejos virales del tomate, pepino, tabaco, papa, chile y otros. a la más comúnmente conocida como secadera((Guigón-López y González-González, 2001; Velázquez et al., 2002; VelásquezValle y Amador-Ramírez, 2007; Chew et al., 2008, citado por Pérez, 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar la patogenicidad de los 30 aislamientos de hongos que se obtuvieron de plantas enfermas que presentaron sintomatología típica, asociada ala secadera del chile, se utilizaron especímenes obtenidos de dos muestras de semilla de chile, uno de la variedad guajillo y otro de variedad tornachile. Las semillas se lavaron por dos minutos en hipoclorito de sodio al 2% y se les realizaron tres enjuagues tres veces con agua destilada.

Las semillas se transfirieron a cajas Petri que contenían medio de cultivo Agar Agar al 2% y se dispusieron a incubar durante 7 días a 24°C con ciclo diario de luz a 14 horas. Posteriormente se revisaron cada 24 horas para seleccionar semillas libres de crecimiento de cualquier tipo de microorganismo patógeno. Al cuarto día de incubación, se conformaron grupos de tres semillas (libres de crecimiento patogénico) y se colocaron en cajas Petri con medio Agar Agar y se dispusieron a incubar durante 10 días a 24°C, con ciclo diario de luz de 14 h; con lo cual se obtuvieron plántulas in vitro.

A los 14 días, éstas fueron inoculadas a nivel cuello de planta, con un fragmento de 0.5mm^2 de los diferentes hongos correspondientes a los 30 aislamientos obtenidos. Los tratamientos se evaluaron a los 14 días de la inoculación registrando un número de plantas vivas y muertas, y así obteniendo el porcentaje de supervivencia.

RESULTADOS Y DISCUSION

Tomando en cuentas que los aislamientos que obtuvieron una supervivencia igual o menor a partir del 15%, fueron considerados altamente patogénicos, se observó que en las semillas de la variedad guajillo, los aislamientos que presentaron menor patogenicidad fueroncuatro, mientras que en la variedad tornachile, solamente uno de los aislamientos del total de aislamientos que se realizaron y evaluaron, presentó alta patogenicidad.

En la variedad guajillo, el hongo con mayor número de aislamientos patogénicos fue *Rhizoctonia* con cinco aislamientos, seguido de *Fusarium* con cuatro aislamientos. De los nueve aislamientos patogénicos en las semillas de la variedad tornachile, ocho fueron altamente patogénicos, siendo cuatro para cada uno de los patógenos respectivamente, *Fusarium* y *Rhizoctonia (*Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentajes de sobrevivencia de diferentes aislamientos de *Fusarium, Pythium* y *Rhizoctonia* a semillas criollas de chile en variedades Guajillo y Tornachile

Clave	Hongo	Procedencia	% de supervivencia var. Guajillo	% de supervivencia var. Tornachile
Ä1XR	*Fusarium*sp.	La Palma, Nombre de Dios	80	0
Ä2XR	*Fusarium*sp.	La Villa, Nombre de Dios	46.7	0
D1WR	*Fusarium*sp.	El Refugio, Poanas	26.7	0
E1VR	*Fusarium*sp.	El Refugio, Poanas	6.7	0
F3WC	*Rhizoctonia*sp.	Pilares, Poanas	0	0
ARWC	*Rhizoctonia*sp.	Villa Unión, Poanas	0	0
G1YC	*Rhizoctonia*sp.	Francisco Murguía, Nombre de Dios	26.7	0
*B3TC	*Rhizoctonia*sp.	La Villa, Nombre de Dios	73.3	53.3
C3WC	*Rhizoctonia*sp.	El Refugio, Poanas	33.3	0

El aislamiento de *Fusarium* E1VR proveniente de la localidad El Refugio, del municipio de Poanas, presentó una alta patogenicidad en ambas variedades (guajillo y tornachile) con un valor menor al 15% de sobrevivencia (Figura 1), mientras que los aislamientos Ä1XR, Ä2XR y D1WR, obtenidos en las localidades de La Palma, La Villa, ambos de Nombre de Dios y Pilares de Poanas presentaron alta patogenicidad con 0% de sobrevivencia en las plantas de la variedad Tornachile, mientras que para la variedad Guajillo presentaron un porcentaje de sobrevivencia superior al 20%, por los que no se consideraron patógenos. El hongo *Rhizoctonia* con clave F3WC y ARWC, aislados en el municipio de Poanas, presentaron =% de sobrevivencia en ambas variedades (Figura 2) por su parte los aislamientos G1YC, Q1C´, W4C y C3WC, mostraron alta patogenicidad solo en la variedad tornachile (Cuadro 1).

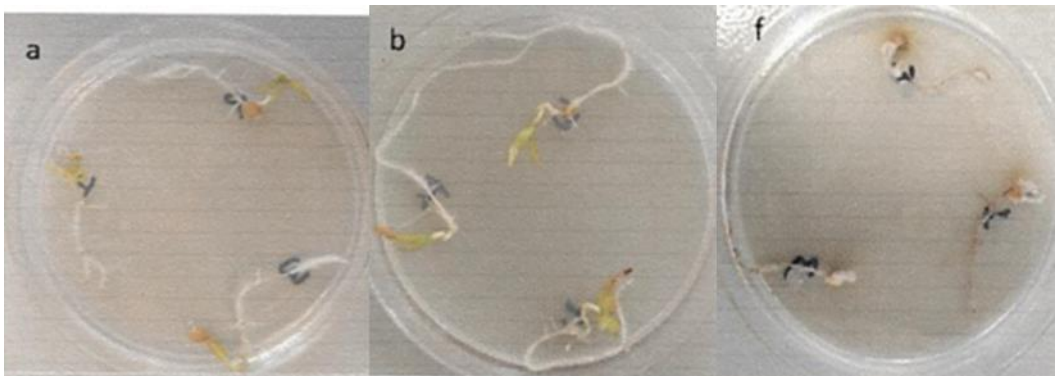


Figura 1. a) Plántulas testigo var. Guajillo; b) Plántulas testigo var. Tornachile y f) *Fusarium* Ä1XR ocasionando muerte in vitro en plántulas var. tornachile

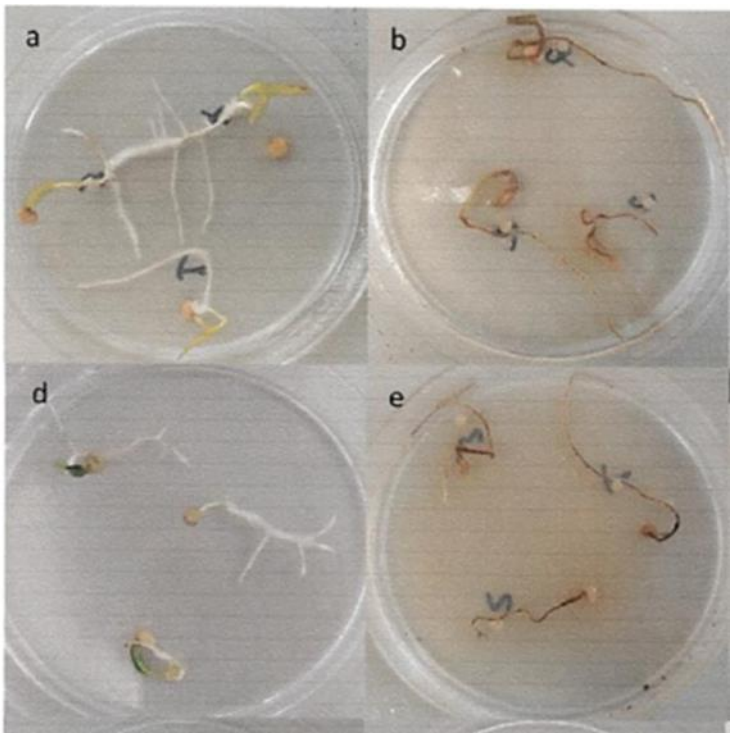


Figura 2. a) Testigo var. Guajillo; b) Plántulas var. Guajillo con daño por *Rhizoctonia* F3WC; d) Plántulas testigo de la variedad Tornachile; e) Plántulas de la var. Tornachile con daño por *Rhizoctonia* F3WC.

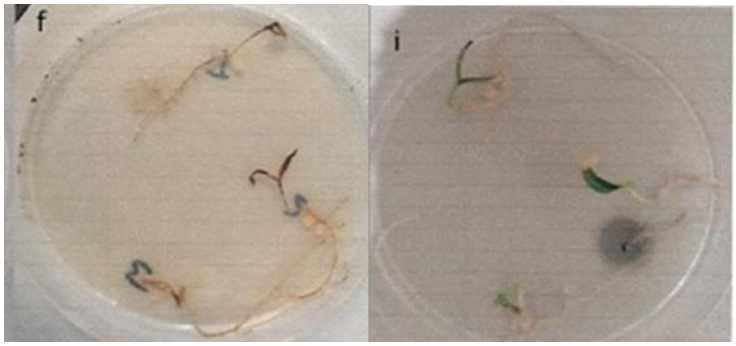


Figura 3. f) Plántulas de la var. Guajillo con daño por *Rhizoctonia* ARWC; f) Plántulas de la var. Tornachile sin daño aparente por *Rhizoctonia* B3TC.

CONCLUSIONES

Derivado de los ensayos anteriormente realizados, se recomienda que a partir de los aislamientos realizados, el ensayo se repita a nivel de plántula establecida en sustrato en almácigo, tanto como en suelo, para verificar la veracidad de la patogenicidad de los patógenos aislados.

REFERENCIAS

Anguiano, B. J. C. 2010. Comparación en la respuesta fisiológica en plantas de chile bajo el efecto de tres temperaturas nocturnas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. Marín, N. L.

Bravo, L. A. G.; Galindo, G. G; Amador, R. M. D. 2006. Tecnología de Producción de chile seco. INIFAP. Libro Técnico No. 5.

Montero, T. V.; Guerrero, A. B. Z.; Anaya, L. J. L.; Martínez, M. T. O.; Guevara, O. L.; González, Ch. M. M. 2013. Diversidad genética de aislados de *Rhizoctonia solani* (Kuhn) de chile en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 4. Núm 7. 28 de septiembre – 11 de noviembre. Pp. 1043 – 1054.

Pérez, A. C. E.; Carrillo, R. J. C.; Chávez, S. J. L.; Perales, S. C.; Enríquez, del V. R.; Villegas, A. Y. 2017. Diagnóstico de síntomas y patógenos asociados a marchitez del chile en Valles Centrales de Oaxaca. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 8. Núm 2. 15 de febrero – 31 de marzo. Pp. 281 – 293.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2020. Avance de Siembras y Cosechas Resumen Nacional por estado. Ciudad de México. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do consultado el 5 de julio de 2020.

Wikipedia La enciclopedia libre. Nombre de Dios (Durango) https://es.wikipedia.org/wiki/Nombre_de_Dios_(Durango). Consultado el 14 de julio de 2020.

Wikipedia La enciclopedia libre. Municipio de Poanas. https://es.wikipedia.org/wiki/Municipio_de_Poanas. Consultado el 14 de julio de 2020.

PREFERENCIAS EN EL CONSUMO DE VERDURAS DE ACUERDO CON EL INGRESO ECONÓMICO EN LA COMARCA LAGUNERA

PREFERENCES IN CONSUMPTION OF VEGETABLES IN ACCORDANCE WITH ECONOMIC INCOME IN THE LAGUNERA REGION

Maciel-Torres, Karen Pamela[1]; Sandra Patricia Maciel-Torres[2*], Iván Franco-Gaytán[3], Oscar Guadalupe Barrón-Bravo[4], Erika Nava-Reyna[5]

[1]Instituto Tecnológico de Lerdo, Av. Tecnológico N° 1555. Periférico Lerdo Km. 14.5, Placido Domingo, Ciudad Lerdo, Durango C.P. 35150. [2]Campo Experimental, General Terán-INIFAP, Km 31, Carretera Montemorelos-China, General Terán, Nuevo León, México. C.P. 67400. [3]Campo Experimental La Laguna-INIFAP, Matamoros, Coahuila, México. CP. 27440. [4]Campo Experimental, Las Huastecas-INIFAP. Carretera Tampico-Mante km 55, Altamira, Tamaulipas, México. C.P. 89610. [5]CENID-RASPA-INIFAP, Parque Industrial II, Gómez Palacios, Durango. C.P. 34079. *Autor por correspondencia: maciel.sandra@inifap.gob.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue caracterizar el perfil de los consumidores de verduras, con énfasis en consumidores que compran en fruterías, mercados públicos y supermercados de La Comarca Lagunera. Para ello se realizó una encuesta semiestructurada en los municipios de Lerdo y Gómez Palacio, Durango y Torreón, Coahuila. El muestreo fue no probabilístico. Los vegetales sobre los que se consultó en la encuesta fueron: cebolla, papa, zanahoria, calabaza, brócoli y coliflor. Las variables evaluadas correspondieron al nivel de ingreso, el tamaño de la familia, los lugares y razones de compra, características que determinan el consumo y la calidad de los vegetales. El análisis estadístico fue descriptivo he incluyo el cálculo de la media, porcentaje y frecuencia. Entre los principales resultados que se obtuvieron fue que la papa y cebolla se consumen en alta proporción. La calidad y versatilidad para preparar diferentes platillos fueron factores a tomar en cuenta en la elección de verduras. Por otra parte, las verduras son adquiridas en fruterías y supermercados por el precio que ofrecen, así como la frescura. Los consumidores con ingreso menor a mil pesos basan su decisión de compra en el precio. En cambio, consumidores con ingresos superiores no dan demasiado valor al precio sino a factores como versatilidad para ser cocinada y calidad nutrimental. En conclusión, el nivel de ingreso económico influye en los factores de elección de compra de vegetales, sin embargo, no influyo en la cantidad que se compran de verduras.

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize the profile of vegetables consumers, with emphasis of consumers who buy in greengrocers, public markets and supermarkets in La Comarca Lagunera. For this, a semi-structured survey was carried out in the municipalities of Lerdo and Gómez Palacio, Durango and Torreón, Coahuila. Sampling was non-probabilistic. The vegetables that were consulted in the survey were: onion, potato, carrot, pumpkin, broccoli and cauliflower. The variables evaluated correspond to income level, family size, places and reasons for purchase, characteristics that determine the consumption and quality of vegetables. The statistical analysis was descriptive and included the calculation of the mean, percentage and frequency. Among the main results obtained was that potatoes and onions are consumed in high proportion. The quality and versatility to prepare different dishes were factors to take into account when choosing vegetables. On the other hand, vegetables are purchased in greengrocers and supermarkets for the price they offer, as well as freshness. Consumers with income less than a thousand pesos base their purchase decision on price. In contrast, consumers with higher incomes do not give too much value to the price but to factors such as versatility to cook and nutritional quality. In conclusion, the level of economic income influences

the choice factors of purchasing vegetables; however, it does not influence the quantity of vegetables that are purchased.

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera es una región del norte de México, perteneciente a los estados de Coahuila y Durango, con una personalidad definida. Se inserta en un medio geográfico-físico árido en el que habitan más de un millón de personas donde el área metropolitana de La Laguna (Torreón-Gómez Palacio-Lerdo-Matamoros) se ha convertido en un núcleo rector de procesos sociales y económicos que acontecen en esta parte del país (López y Sánchez, 2009).

Derivado de su amplia actividad económica, en esta región existen campos económicos dinámicos, interconectados fuertemente por medio de enlaces verticales y horizontales, y han construido un conglomerado de relaciones regionales complejas que se extienden hacia otros espacios nacionales e internacionales (López y Sánchez, 2009). Por lo anterior, el perfil de consumidores de esta región difiere del de otras regiones del país. En este estudio se hará referencia al perfil de los consumidores del canal tradicional, centrándose en las fruterías de barrio, mercados públicos y supermercados. Con el fin de proveer de información a productores y comercializadores para que con ello diseñen estrategias comerciales y de mercadeo según las características más relevantes en la demanda de sus productos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para obtener la información, se diseñó una encuesta semiestructurada que consideró variables cualitativas y categóricas de carácter económico y social. Dicha encuesta se realizó en los tres principales municipios de La Comarca Lagunera: Lerdo, Durango (32 encuestas), Gómez Palacio, Durango (20 encuestas) y Torreón, Coahuila (10 Encuestas). Se realizaron un total de 62 encuestas. La selección de los individuos a encuestar se hizo a través de muestreo no probabilístico (Abascal y Grande, 2005). El criterio de selección de los individuos fue, que estuviesen dispuestos a ser entrevistados, y la encuesta se distribuyó por medios digitales.

La información recabada se capturó en una hoja de cálculo estructurada de Microsoft Excel con el fin de generar tablas de contingencia que permitieran analizar la asociación entre dos o más variables de naturaleza cualitativa; la relación entre las variables fueron analizadas a través de la formación de árboles de respuestas usando frecuencias relativas; estos árboles de respuestas relacionan en la parte superior a las variables nivel de consumo, como el nivel de ingreso, con variables en la parte inicial del cuadro como son, el tamaño de la familia, los lugares y razones de compra, características que determinan el consumo y la calidad de los vegetales: con el supuesto de que las variables en ambos lados de los cuadros son aleatorias y el cruce entre casillas de las mismas muestran la correlación de éstas. Los vegetales sobre los que se consultó en la encuesta fueron: cebolla, papa, zanahoria, calabaza, brócoli y coliflor. Para el análisis del nivel de ingreso se tomó el nivel general y posteriormente se estratificó en cuatro niveles para su mejor análisis; nivel bajo hasta $ 999 pesos semanales, nivel básico de $ 1,000 a $ 2,999 pesos semanales, nivel intermedio de $ 3,000 a 5,999 pesos semanales y nivel alto a partir de $ 6,000 pesos a la semana. Además, existió equidad en el número de individuos encuestados pertenecientes a cada nivel de ingreso económico. El análisis estadístico fue descriptivo he incluyo el cálculo de la media, desviación estándar y porcentaje. Dicho análisis se realizó a través del programa Excel de Microsoft.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ingreso menor a $1,000 pesos semanales: En este estrato la edad fluctuó entre 18 y 56 años de edad, siendo en promedio de 40 años. Las familias están integradas por 5 personas. Con respecto a la escolaridad la mayor parte estudio secundaria (57%), seguido de bachillerato (22%) y profesional (21%). En cuanto a los hábitos de compra de este estrato se destaca lo siguiente: compran en forma frecuente 1 kg de cebolla y zanahoria, las papas las compran de un kilogramo o más, la calabaza y coliflor compran en forma frecuente 1kg con tendencia a menos de un kilogramo. En cuanto al brócoli compran menos de 1kg. Los criterios que toman en cuentan para comprar verduras es la calidad nutritiva de las mismas, el establecimiento que prefieren son fruterías y seleccionan dicho establecimiento por el bajo precio de los productos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Frecuencias en los hábitos de consumo, selección de verduras al ser compradas y características de elección de establecimiento por consumidores con un ingreso económico semanal menor a $1,000 pesos

	n (14)		
	Frecuencia		
Verdura	Más de 1 kg	1 kg	Menos de 1kg
Cebolla	1	11	2
Papa	8	5	1
Zanahoria	0	10	4
Calabaza	0	9	5
Brócoli	0	2	12
Coliflor	0	7	7

Factores que toma en cuenta al comprar sus verduras				
Menor precio	Sabor	Versatilidad en la elaboración de platillos	Calidad nutrimental	Mayor disponibilidad
3	0	1	11	0

Elección de establecimiento de compra		
Frutería	Mercado publico	Supermercado
11	3	4

Factores que toma en cuenta para elegir el establecimiento					
Precio	Cercanía a casa	Higiene del local	Mayor oferta de productos	Trato del vendedor	Frescura de las verduras
8	2	0	0	0	4

Ingreso $1,000 a $3,000 pesos semanales: En este estrato la edad fluctuó entre 21 y 54 años, con media de 31 años. Las familias se integran por 4 individuos. El nivel escolar fue en su mayoría profesional (63 %) seguido de bachillerato (18%) y secundaria (19%). Los hábitos de compra se caracterizaron por comprar con mayor frecuencia 1kg de cebolla, la compra de papa fue en casi en igual proporción, más de 1 kg (38%), 1 kg (31%) y menos de 1kg (31%). La zanahoria, calabaza, brócoli y coliflor son compradas con mayor frecuencia en menos de 1kg. Los criterios principales para comprar las verduras fueron: calidad nutritiva, menor precio, versatilidad en la preparación de platillos y sabor. Realizan sus compras en fruterías, en particular, por el bajo precio de las verduras (Cuadro 2).

Cuadro 2. Frecuencias en los hábitos de consumo, selección de verduras al ser compradas y características de elección de establecimiento por consumidores con un ingreso económico semanal menor de $1,000 a $3,000 pesos

	n (16)
	Frecuencia

Verdura	Más de 1 kg	1 kg	Menos de 1kg
Cebolla	3	8	5
Papa	6	5	5
Zanahoria	2	3	11
Calabaza	1	3	12
Brócoli	1	3	12
Coliflor	0	4	12

Factores que toma en cuenta al comprar sus verduras				
Menor precio	Sabor	Versatilidad en la elaboración de platillos	Calidad nutrimental	Mayor disponibilidad
6	4	5	6	2

Elección de establecimiento de compra		
Frutería	Mercado publico	Supermercado
6	3	2

Factores que toma en cuenta para elegir el establecimiento					
Precio	Cercanía a casa	Higiene del local	Mayor oferta de productos	Trato del vendedor	Frescura de las verduras
9	2	1	0	0	3

Ingreso $3,000 a $6,000 pesos semanales: En este estrato la edad fluctuó entre 18 y 59 años, con media de 27 años. Las familias se integran por 3 individuos. El nivel escolar fue en su mayoría profesional (95%) seguido de postgrado (5%). En cuanto a los hábitos de compra de este estrato se destaca lo siguiente: En cuanto a la compra de cebolla adquieren 1kg o menos, de papa adquieren de forma frecuente 1kg, zanahoria, calabaza, brócoli y coliflor adquieren frecuentemente menos de 1kg. La decisión en la compra de verduras está determinada por la versatilidad de las mismas en la preparación de platillos. Los establecimientos que eligen al comprar sus verduras son supermercados (45%), mercados públicos (45%) y fruterías (35%). Los factores que toman en cuenta para la elección del establecimiento es variada, en forma principal el precio, seguido de la higiene del local, cercanía a la casa del consumidor, mayor oferta de productos y frescura de las verduras (Cuadro 3).

Cuadro 3. Frecuencias en los hábitos de consumo, selección de verduras al ser compradas y características de elección de establecimiento por consumidores con un ingreso económico semanal de $3,000 a $6,000 pesos

	n (20)		
	Frecuencia		
Verdura	Más de 1 kg	1 kg	Menos de 1kg
Cebolla	0	11	9
Papa	4	10	6
Zanahoria	0	5	15
Calabaza	0	3	17
Brócoli	0	2	18
Coliflor	0	2	18

Factores que toma en cuenta al comprar sus verduras				
Menor precio	Sabor	Versatilidad en la elaboración de platillos	Calidad nutrimental	Mayor disponibilidad
5	2	12	4	1

Elección de establecimiento de compra		
Frutería	Mercado publico	Supermercado

7		9		9	
Factores que toma en cuenta para elegir el establecimiento					
Precio	Cercanía a casa	Higiene del local	Mayor oferta de productos	Trato del vendedor	Frescura de las verduras
7	4	4	3	0	2

Ingreso mayor a $6,000 pesos semanales: En este estrato la edad fluctuó entre 20 y 55 años, con media de 29 años. Las familias se integran por 4 individuos. El nivel escolar fue en su mayoría profesional (85%) seguido de bachillerato (15%). Los hábitos de compra en este estrato se caracterizaron por comprar con mayor frecuencia 1kg de cebolla, la compra de papa es más de 1 kg. La zanahoria, calabaza, brócoli y coliflor es comprada con mayor frecuencia en menos de 1kg. Los criterios principales para comprar las verduras fueron: versatilidad en la preparación de platillos y calidad nutritiva de los vegetales. Realizan sus compras en forma principal en supermercados y fruterías, debido a la mayor oferta de productos y frescura de las verduras (Cuadro 4).

Cuadro 4. Frecuencias en los hábitos de consumo, selección de verduras al ser compradas y características de elección de establecimiento por consumidores con un ingreso económico semanal mayor a $1,000 pesos.

n (13)				
	Frecuencia			
Verdura	Más de 1 kg		1 kg	Menos de 1kg
Cebolla	1		8	4
Papa	6		4	3
Zanahoria	1		4	8
Calabaza	1		3	9
Brócoli	1		5	7
Coliflor	0		1	12
Factores que toma en cuenta al comprar sus verduras				
Menor precio	Sabor	Versatilidad en la elaboración de platillos	Calidad nutrimental	Mayor disponibilidad
3	3	6	4	3
Elección de establecimiento de compra				
Frutería		Mercado publico		Supermercado
6		7		3
Factores que toma en cuenta para elegir el establecimiento				
Precio	Cercanía a casa	Higiene del local	Mayor oferta de productos	Trato del vendedor	Frescura de las verduras
2	2	1	4	0	4

De acuerdo con el análisis de las encuestas en el presente estudio, existe un bajo porcentaje de consumo de verduras. En particular, zanahoria, calabaza, brócoli y coliflor. Estos resultados coinciden con lo reportado en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición en 2006, 2012 y 2016 (Romero-Martínez et al., 2017) donde se indica que en México existe un bajo consumo de frutas y verduras. Asimismo, coincide con lo reportado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), quienes advierten que en países en desarrollo es bajo el consumo de frutas y verduras. El hecho de que las personas consuman pocas verduras puede deberse a diversos factores. Por ejemplo: el alto costo de algunas verduras, su baja disponibilidad, la limitada diversidad en la oferta de verduras según la región, la poca publicidad sobre propiedades protectoras que tienen las verduras, la temporalidad de algunas verduras,

además de su baja vida de anaquel, que provoca que tengan que ser consumidas en un tiempo corto después de comprarlas (Ramírez-Silva et al., 2009).

Por otra parte, la literatura consultada pone en evidencia que existen cambios en los patrones de consumo de acuerdo con los cambios en el ingreso económico, los cuales se comportan de manera diferente de acuerdo con el nivel socioeconómico (Pechey et al., 2013). De forma general, a mayor ingreso económico se tiene acceso a una dieta más balanceada. Asimismo, los criterios de compran cambian de considerar en forma única el precio hacia tomar en cuenta otros atributos o valor agregado de los alimentos.

CONCLUSIÓNES

El nivel de ingreso económico no influyo en la cantidad de verduras que se compra, pero si en los factores de elección de la fruta y el establecimiento. Los niveles con ingreso menor utilizan el precio del vegetal en su decisión de compra y compran en forma principal en fruterías debido a que los precios son más bajos con respecto a supermercado. En cambio, niveles con ingresos superiores no le dan demasiado valor al costo económico sino a factores como versatilidad para ser cocinada y calidad nutrimental. Eligen comprar en supermercados debido a que encuentran mayor variedad de productos y los vegetales presentan mayor frescura.

REFERENCIAS

Abascal, E. y Grande, I. 2005. Análisis de encuestas. Madrid, España: Escuela Superior de Gestión Comercial y Marketing Editorial.

Gaona-Pineda EB, Martínez-Tapia B, Arango-Angarita A, Valenzuela-Bravo D, Gómez-Acosta LM, Shamah-Levy T, Rodríguez-Ramírez S. 2018. Consumo de grupos de alimentos y factores sociodemográficos en población mexicana. *Salud Publica en México*, 60:272-282.

López L. A., Sánchez C. A. 2009. Comarca Lagunera: procesos regionales en el contexto global. México: UNAM, Instituto de Geografía. 436 p.

Pechey R, Jebb SA, Kelly MP, Almiron-Roig E, Conde S, Nakamura R. 2013. Socioeconomic differences in purchases of more vs. less healthy foods and beverages: Analysis of over 25,000 British households in 2010. *Social Science & Medicine*, 92: 22-26.

Romero-Martínez M., Shamah-Levy T., Cuevas-Nasu L., Méndez Gómez- Humarán I., Gaona-Pineda E. B., Gómez-Acosta L. M. 2017. Diseño metodológico de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. *Salud Publica en México*, 59:299-305.

RENDIMIENTO DE FORRAJE Y PUDRICIÓN DE TALLO DE MAÍZ EN TRES SISTEMAS DE LABRANZA

FORAGE YIELD AND CORN STALK ROT IN THREE TILLAGE SYSTEMS

Briones-Reyes, Dolores[1*], Osias Ruíz Álvarez[2], Carlos Rojas Santillán

[1]INIFAP SE Tlaxcala. Carr. Sta. Ana - Tlaxcala, CP 90800 Chiautempan, Tlax. [2] INIFAP CE Pabellón, km. 32.5 carr. Ags.-Zac., Pabellón de Arteaga, Ags. CP. 20670.
***Autor principal: briones.dolores@inifap.gob.mx**

RESUMEN

En Aguascalientes se siembran alrededor de 14 mil hectáreas de maíz forrajero bajo riego, y se obtienen alrededor de 906 mil toneladas de forraje (SIAP, 2019). La mayor parte de la producción se obtiene bajo el sistema de labranza tradicional, lo cual implica laboreo excesivo, aumento del riesgo de erosión, deterioro de las propiedades físicas y pérdida de fertilidad del suelo. En un proyecto de colaboración con MasAgro (CIMMYT), el INIFAP Aguascalientes desarrolla y valida sistemas de manejo sustentable basados en agricultura de conservación; con el objetivo de conocer la respuesta del rendimiento de forraje, por efecto de la aplicación de distintos tratamientos de labranza (mínima, cero y convencional). Por otra parte, enfermedades relacionadas con pudrición de tallo en maíz son un problema emergente en zonas productoras; y la mejor forma de manejo, es el uso de materiales resistentes, sin embargo, también existen aspectos benéficos relacionados con las prácticas de labranza, por lo que se cuantifico la incidencia de la enfermedad en los distintos sistemas de labranza. La parcela experimental, está ubicada en el Campo Experimental Pabellón del INIFAP, a los 22° 09' 45.2'' LN y 102° 17' 28.8'' LO y a una altitud de 1,918 msnm; en el municipio de Pabellón de Arteaga. En PV2019, se estableció el hibrido comercial de maíz CMR-28 de ciclo precoz. El rendimiento de forraje verde varió entre 31.5 y 40 t/ha, sin mostrar diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos. En forraje seco, el mayor rendimiento (17.7 t/ha) se obtuvo con el tratamiento de labranza mínima e incorporación de rastrojo; y el menor (11 t/ha) con labranza cero e incorporación de rastrojo. La densidad de plantas fue afectada bajo labranza cero (57 mil pls/ha), lo cual se debió a la dificultad que enfrentan las plántulas para emerger a través de los residuos de cosecha; el sistema de labranza convencional mostró mayor número de plantas (82 mil) por hectárea. La pudrición de tallo causado por *Fusarium* spp, fue más evidente debido a la susceptibilidad del hibrido utilizado, lo cual permitió observar diferencias significativas entre tratamientos de labranza; así, el sistema de labranza cero tuvo menor incidencia de plantas enfermas, mientras que labranza convencional tuvo el mayor número de plantas afectadas.

ABSTRACT

In Aguascalientes, around 14 thousand hectares of irrigated forage maize are sowed, and 906 thousand tons of forage are obtained (SIAP, 2019). Most of the production is obtained under the traditional tillage system, which implies excessive mechanization, an increase of erosion risk, deterioration of physical properties, and soil fertility loss. In a collaboration project with MasAgro (CIMMYT), the INIFAP Aguascalientes develops and validates sustainable management systems based on conservation agriculture, to know the response of forage yield under the application of several tillage treatments (minimum tillage, zero tillage, and conventional tillage). On the other hand, diseases related to stem rot are a new problem in producing regions; and the best way of management is using resistant genotypes, however, also there exist beneficial aspects related to the tillage practices, for that reason, the disease incidence in the different tillage systems was quantified. The experimental plot is located in the INIFAP's Pabellon experimental field at 22° 09' 45.2'' North Latitude and 102° 17' 28.8'' West

Longitude and an elevation of 1,918 masl; in Pabellon de Arteaga municipality. In the Primavera-Verano 2019 growing cycle, the corn commercial hybrid CMR-28 of precocious maturity was established. The fresh matter yield varied between 31.5 t/ha and 40 t/ha and did not show significant differences (p≤0.05) among treatments. Regarding the dry matter, the higher yield (17.7 t/ha) was obtained under minimum tillage treatment and stubble incorporation, while the lowest one (11 t/ha) was obtained under zero tillage and stubble incorporation. The plant density was sensitive to zero tillage (57 thousand plants per hectare), which could have been due to the difficulty that plants faced for emerging through the stubble residues; the conventional tillage system showed the highest number of plants per hectare (82 thousand). The stem rot caused by *Fusarium* spp, was more evident given the sensitivity of the utilized hybrid to this pathogen, which permitted to detect significant differences (p≤0.05) among the tillage treatments; so that, the zero tillage system had the lowest incidence of affected plants, whereas conventional tillage had the highest number of diseased plants.

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cultivos más importantes de México, no solo por el área sembrada, si no por su uso en la alimentación humana y en la dieta animal, el forraje de maíz es fuente principal para la alimentación de ganado en regiones productoras de leche debido a su elevado rendimiento y calidad nutricional.

En Aguascalientes, se siembran alrededor de 14 mil hectáreas (ha) de maíz forrajero bajo riego, de las cuales se obtienen 906 mil toneladas de forraje (SIAP, 2019). La mayor parte de la producción se obtiene bajo el sistema de labranza tradicional, el cual implica el uso de arado y rastra en pasadas independiente, lo que origina la eliminación de la cubierta vegetal, lo que provoca perdida de fertilidad, por efecto de la erosión eólica e hídrica, además de incrementar los costos de producción. Para aminorar los efectos del laboreo excesivo, se han implementado sistemas de producción con base en Agricultura de Conservación (AC).

La AC busca reducir la degradación de suelo a través de prácticas que minimizan la alteración de la composición del suelo y de su estructura, así como los efectos sobre la biodiversidad natural pudiendo así prevenir la pérdida de tierras cultivables y a la vez regenerar las tierras degradadas al fomentar el mantenimiento de una cobertura permanente de los suelos, el laboreo mínimo de las tierras y la diversificación de especies vegetales (FAO, 2003).

Otra problemática, es la pudrición del tallo del maíz causada por *Fusarium* spp., enfermedad presente en casi todas las zonas productoras de maíz, que provoca un secado prematuro de la planta, y puede reducir en más de 50% el rendimiento y la calidad del forraje y grano. Para contrarrestar el efecto de esta enfermedad, se han aplicado diversas acciones como es el control químico, control biológico y uso de variedades con resistencia genética (CIMMYT 2004; Matarese et al. 2012).

Sin embargo, existen ciertos aspectos benéficos relacionados con las prácticas de labranza de conservación que no deberían pasarse por alto. El manejo del suelo, a través de la reducción de pasos de tractor, influye en la conservación de la humedad y la reducción de la compactación, factores que pueden contribuir al mantenimiento y reproducción de la flora microbiana, entre ellos los microorganismos antagónicos que ejercen cierto grado de control biológico sobre fitopatógenos (Agrios, 1998, Verhulst *et al*., 2015).

El objetivo de este trabajo, fue cuantificar el rendimiento de forraje de maíz y la incidencia de pudrición de tallo, en tres sistemas de labranza y diferente manejo de residuos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En colaboración con MasAgro-CIMMYT, en 2012, el INIFAP inició un proyecto de colaboración denominado “Plataforma de Investigación con base en Agricultura de conservación”. La parcela experimental se localiza en el Campo Experimental Pabellón, localizado a 22° 09’ 45.2’’ LN y 102° 17’ 28.8’’ LO y a una altitud de 1,918 msnm; en el municipio de Pabellón de Arteaga, región semiárida del Norte-Centro de México, con clima seco templado.

Se establecieron tres tratamientos de labranza: 1) Labranza convencional, programa de labranza completa que involucra la inversión del suelo; 2) Labranza mínima, definida como la menor cantidad de labranza y 3) Labranza cero, técnica de cultivo sin arar el suelo. En cuanto al manejo de se tienen dos variantes: con y sin residuo. Los tratamientos se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro 1.- Tratamientos de labranza y manejo de rastrojo, Aguascalientes 2019.

Tra	Abreviación	Rotación	Practica de labranza
1	M-T+e, LM, R	Maíz (PV) Triticale + Ebo (OI)	Mínima (rastreo y surcado)
2	M-T+e, LM, P	Maíz (PV) Triticale + Ebo (OI)	Mínima (rastreo y surcado)
3	M-T+e, CL, R	Maíz (PV) Triticale + Ebo (OI)	Cero (siembra directa)
4	M-T+e, LC, R	Maíz (PV) Triticale + Ebo (OI)	Convencional (subsuelo, volteo, rastreo, surcado)
5	M-T+e, CL, P	Maíz (PV) Triticale + Ebo (OI)	Cero (siembra directa)

Abreviaciones: Tra= tratamieno, M= maíz, T+e= triticale+ebo, LM= Labranza Mínima, CL= Cero Labranza, LC= Labranza Convencional, R= remover todo el rastrojo de maíz, P= dejar 30% de rastrojo de maíz.

Durante el ciclo Primavera-Verano (PV) 2019, se estableció el híbrido de maíz comercial CRM-28, de grano blanco y ciclo precoz. El manejo del cultivo, se realizó de acuerdo con el paquete tecnológico de INIFAP para maíz forrajero; el cual consiste de una fertilización total (250-100-00), riego conforme a las necesidades del cultivo, y control químico de plagas mediante la aplicación de insecticidas específicos (INIFAP, 2017).

La cosecha de forraje, se realizó cuando la línea de leche en el grano tuvo un avance de 1/3 de la parte exterior al olote. En cada tratamiento, se realizó un muestreo en cuatro puntos en forma de zigzag, la unidad experimental fue 2 surcos de 5 m de longitud, en los que el total de plantas se cosechó y pesó en fresco. Posteriormente, a partir de una submuestra se determinó el porcentaje de materia seca en una estufa a base de aire forzado a 60 °C hasta peso constante. El rendimiento de materia seca (MS) por hectárea se calculó a partir de la producción de forraje verde y del porcentaje de MS. Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias (DMS α=0.05) con el programa SAS (2002).

La incidencia de pudrición por *Fusarium* (FUS) de determinó al momento de la cosecha, por medio del conteo de plantas secas-muertas en cada unidad experimental y se calculó el porcentaje en relación al número total de plantas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de forraje verde del ciclo PV-2019 varió entre 31.5 y 40 t/ha, sin mostrar diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 2). El rendimiento de forraje

seco varió entre 11 y 17.7 t/ha; en este caso, el mayor rendimiento se obtuvo bajo el tratamiento de labranza mínima con rastrojo, y el menor con labranza cero y con rastrojo (Cuadro 2). La densidad de plantas varió entre 60 y 82 mil plantas por hectárea, y los valores más bajos se observaron en tratamientos de labranza cero (Cuadro 2). La baja densidad de plantas observada en tratamientos de labranza cero podría deberse a la dificultad que enfrentan las plántulas para emerger a través de los residuos de cosecha, y a las características de la ranura que la maquinaria para labranza cero forma en el suelo; en este sentido, Baker et al. (2008) comentan que en suelos de tierras áridas, un número significativo de plántulas subsuperficiales mueren en estas ranuras antes de la emergencia, en comparación con aquellas parcelas en las que la semilla queda depositada en un suelo completamente mullido, como es el caso de la labranza convencional, la cual mostró mayor número de plantas por hectárea (Cuadro 2).

En cuanto a porcentaje de materia seca (MS) al momento de la cosecha, la mayor proporción se observó en tratamientos de labranza mínima y convencional, el cual estuvo relacionado con la incidencia de la enfermedad; es decir, aquellas parcelas con más plantas enfermas/secas mostraron mayor porcentaje de MS (Cuadro 2, Figura 1).

Cuadro 2.- Medias ajustadas de rendimiento y variables agronómicas evaluadas en la Plataforma Aguascalientes, PV 2019.

Trat	FV (t/ha)	FS (t/ha)	APL (m)	DENSIDAD (pls/ha)	FUS %	%MS
LM, R	39.8	15.8	2.98	68,421	13.1	40.5
LM, P	40.0	17.7	2.95	80,921	13.8	44.3
CL, R	31.5	11.0	2.68	57,072	1.3	34.5
CL,P	32.4	11.5	2.68	60,197	2.1	35.4
LC,R	38.6	16.6	3.00	82,730	23.6	43.0
CV (%)	20	26	7	14	-	15
MEDIA	36.45	14.51	2.86	69,860	10.27	39.5
DMS	10.94	5.5	30.89	13,980	21.4	8.9

FV=forraje verde, FS= forraje seco; MS= materia seca, APL= Altura de planta, FUS= porcentaje de plantas secas por pudrición de tallo; LM= labranza mínima, CL= cero labranza, LC= labranza convencional, R= remover todo el rastrojo, P= dejar 30% de rastrojo de maíz, CV= coeficiente de variación, DMS= Diferencia mínima significativa (P > 0,05).

Respecto a la pudrición de tallo por *Fusarium* spp, en ciclos anteriores el uso de materiales resistentes (Peña y Briones, 2018) no había permitido la expresión de la enfermedad, sin embargo, en PV 2019 el hibrido utilizado resulto susceptible, esta particularidad permitió observar diferencias significativas entre tratamientos de labranza; así, en el año ocho (PV-2019) de la parcela experimental, labranza cero mostró menor incidencia de plantas enfermas, mientras que labranza convencional presentó mayor número de plantas afectadas.

Al respecto, el sistema de labranza cero con manejo de residuos, es una práctica que para algunos investigadores resulta preocupante, debido a la creencia de que propicia un ambiente ideal para el desarrollo de organismos. Acevedo y Silva (2003) mencionan que bajo labranza cero aumenta la probabilidad de que se presenten enfermedades fungosas que completan su ciclo sexual en el rastrojo. Sin embargo, Baker *et al.* (2008) indican que existen experiencias en las que se ha demostrado que el control de insectos y enfermedades ha sido un problema menor bajo condiciones de labranza cero. Por su parte, Pérez *et al*. (2011) agregan que la

siembra directa favorece el desarrollo de hongos totales y de actinomicetes en el suelo; es decir, que la labranza cero en combinación con la retención de residuos del cultivo puede crear un ambiente favorable para muchos otros organismos, entre ellos los antagónicos que pueden desencadenar efectos de antibiosis.

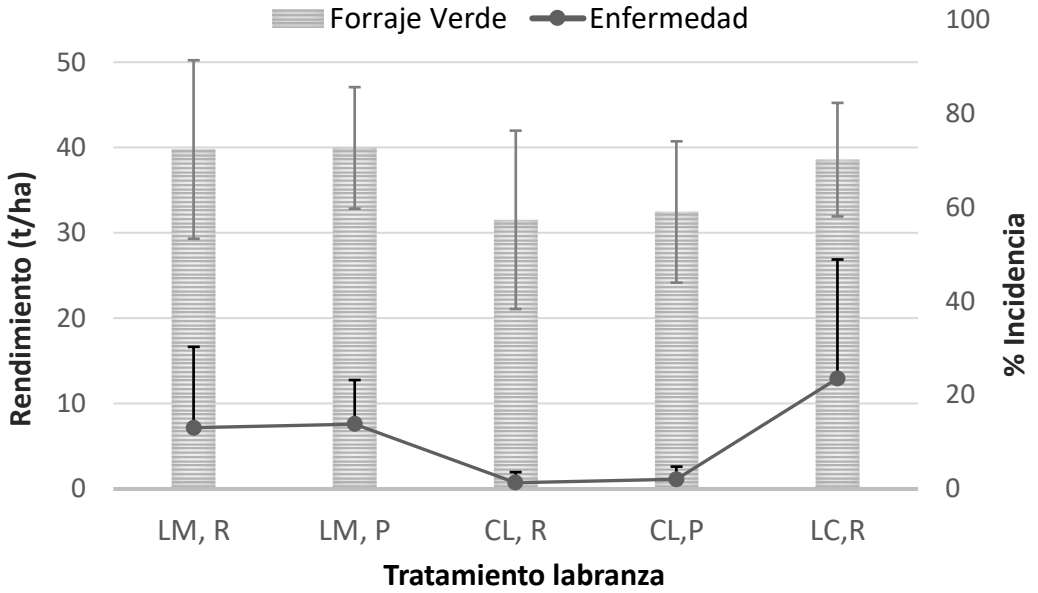


Figura 1. Rendimiento de forraje e incidencia de pudrición de tallo, en distintos tratamientos de labranza PV 2019, Aguascalientes.

CONCLUSIONES

La labranza mínima es una alternativa que ofrece buen rendimiento de forraje, evita la compactación del suelo por efecto de la disminución de operaciones agrícolas, lo que a su vez podría favorecer la rentabilidad del cultivo. En labranza cero, resolver el problema de malezas y establecimiento de plantas, permitirá cuantificar mejor el efecto de este sistema de labranza. La implementación de técnicas de agricultura de conservación y la utilización de híbridos de maíz resistentes a enfermedades puede controlar el problema de la pudrición de tallo del maíz.

REFERENCIAS

Acevedo Hinojosa, E., & Silva Candia, P. (2003). Agronomía de la cero labranza. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas

Baker, C. J., Saxton, K. E., Ritchie, W. R., Chamen, W. C. T., Reicosky, D. C., & Ribeiro, M. F. S. (2008). Los « ¿qué?» y los « ¿por qué?» de la agricultura con labranza cero.Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Editorial Acrabia SA, Zaragoza, España, 1-12.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 2004. Programa de maíz. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. 4a Edición. México, D.F. CIMMYT. 118p.

FAO. (2003). Los aspectos económicos de la agricultura de Conservación. Food & Agriculture Org.

INIFAP. 2017. Agenda técnica agrícola Aguascalientes. Sagarpa-Inifap-Cofupro. 136 p.

Matarese, F.; Sarrocco S.; Gruber S.; Seidl-Seiboth V. and Vannacci G. 2012. Biocontrol of Fusarium head blight: interactions between Trichoderma and mycotoxigenic Fusarium. Microbiology158, 98–106.

Peña R.A. y Briones R.D. 2015. Informe: Evaluación de híbridos de maíz para forraje en Aguascalientes 2015. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. 21 p.

Pérez Brandán, C., Huidobro, J., Conforto, C., Arzeno, J. L., March, G., Meriles, J., & Gil, S. V. (2011). Impacto de los sistemas de labranza sobre indicadores biológicos de calidad de suelo. INTA Documentos.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2016. Anuario estadístico de la producción agrícola 2014. Consultado agosto de 2016. Disponible en: www.siap.gob.mx.

Verhulst, N., François, I., & Govaerts, B. (2015). Agricultura de conservación, ¿mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentables? CIMMY

PROGRAMACION DEL RIEGO SUPERFICIAL EN NOGAL USANDO EL MODELO CROPWAT – FAO EN EL SURESTE DE COAHUILA

IRRIGATION SCHEDULING IN PECAN USING FAO CROPWAT SIMULATION MODEL IN SOUTHEST COAHUILA

Martínez-Rodríguez, Juan G.[1*], Antonio Anaya Salgado[2], Juan Manuel Covarrubias Ramirez[1] y Victor M. Parga Torres[1]

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) CIRNE Campo Experimental "Saltillo" Saltillo, Coah. [2]INIFAP CIRNOC Campo Experimental "La Laguna" Matamoros, Coah.

[*]Autor de correspondencial: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Con la finalidad de establecer las necesidades hídricas del cultivo de nogal, así como la programación del riego en el mismo se utilizó el modelo de simulación CROPWAT. La información requerida por el modelo incluye: promedios mensuales de temperatura máxima y mínima, así como de precipitación, insolación, humedad relativa y velocidad de viento. Con esta información el modelo calcula las necesidades hídricas del cultivo (ETc) y con esta a partir de la información del suelo (agotamiento permisible de humedad) y la fenología del cultivo (Kc´s) se determina el calendario de riego del cultivo. En este caso, La ETc calculada fue de 757 mm de lámina, la cual se asemeja mucho a aquella encontrada en otras localidades. Al aplicar el 50 % de agotamiento permisible de humedad, como criterio de riego, dio como resultado siete riegos de auxilio, después del de brotación. El intervalo entre riego fue muy variable y fluctuó desde 18 hasta 34 días después del último riego.

ABSTRACT

In order to establish the water needs of walnut cultivation, as well as the irrigation programming therein, the CROPWAT simulation model was used. The information required by the model includes: monthly averages of maximum and minimum temperature, as well as precipitation, sunshine hours, relative humidity and wind speed. With this information the model calculates the crop water needs (ETc). Considering ETc and soil information (permissible moisture depletion) as well as crop phenology (Kc's) the model determines the crop irrigation calendar. In this case, the calculated ETc was 757 mm of irrigation depth, which closely resembles that found in other locations. By applying 50% allowable moisture depletion, as an irrigation criterion, resulted in seven irrigation events, after sprouting. The interval between irrigation was very variable and fluctuated from 18 to 34 days after the last irrigation.

NTRODUCCIÓN

En los últimos 30 años la producción de nuez pecanera en México ha experimentado un rápido crecimiento, su área sembrada casi se ha triplicado en la región Norte del país, correspondiente al área de distribución natural del nogal pecanero [Carya illinoinensis (Wangenh.) K. Koch], y su producción ha aumentado 3.7 veces impulsada por el incremento

de la demanda internacional. Este incremento de la producción de nuez pecanera ha posicionado a México como uno de los principales exportadores en el mercado internacional, lo cual generó en el año 2015 un superávit comercial nacional mayor a los $330 millones de dólares (Reyes y Urrea, 2016).

Por otro lado, en México se utilizan cada año alrededor de 840 millones de metros cúbicos de agua para el riego de 60,000 hectáreas (Godoy y Huitron, 1998). Miyamoto (1983) y Worthington *et al*. (1992) encontraron que, de 500 huertas, 95% fueron regadas con agua del subsuelo aplicada por inundación con eficiencia de 50%, esto ocasiona que a nivel parcelario se utilicen altos volúmenes de agua, que en el nogal exceden en 40% los requerimientos hídricos (Sifuentes *et al*., 2015).

El uso desmedido del agua de riego, ha llevado a la mayoría de las regiones agrícolas a enfrentar problemas graves en cuanto a disponibilidad y calidad del agua empleada en satisfacer la demanda hídrica de los cultivos agrícolas. La región sureste del estado de Coahuila no es la excepción, y los acuíferos locales cada vez sufren abatimientos importantes que ponen en riesgo no solo a la agricultura sino también el abastecimiento de agua para las poblaciones locales. Por lo anterior, es de vital importancia que el agua de riego se use de manera más eficiente, especialmente en cultivos altamente demandantes de agua como lo es el nogal.

Para mejorar el uso de agua es necesario aportar al cultivo el agua en la cantidad adecuada y en el tiempo preciso para satisfacer los requerimientos del cultivo, los cuales varían temporal y espacialmente en función del clima, manejo, fase de crecimiento y la variedad sembrada, por lo que su cálculo debe ser hecho de manera local (Ojeda *et al*., 2006).

Existen diferentes métodos para calcular el consumo de agua por las plantas y los requerimientos de riego. Una herramienta de gran precisión y facilidad de aplicación es el programa de cómputo CROPWAT el cual es un programa desarrollado por la División de Desarrollo de Tierras y Aguas (AGL) de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO). El programa es útil para elaborar alternativas para la programación del riego bajo diferentes hipótesis de manejo y de condiciones ambientales. El objetivo del presente trabajo es determinar la programación del riego a través de la estimación de los requerimientos hídricos del cultivo del nogal tomando como base información climática y edáfica del Municipio de General Cepeda en el sureste del estado de Coahuila

MATERIALES Y METODOS

La información climática considerada en el estudio corresponde a la estación General Cepeda, que se encuentra ubicada en las coordenadas 25.372 latitud Norte y 101.468 Longitud Oeste a una elevación de 1470 msnm. Dicha información se extrajo del cuaderno Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de Coahuila (Período 1961-2003) del INIFAP (Díaz *et al*., 2007).

En la Figura 1 se presentan los datos climáticos de entrada y el cálculo de la Evapotranspiración de referencia (Et_o) para cada uno de los meses del año, calculados mediante la ecuación de Penman Montheit (ASCE, 1978).

ETo Penman-Monteith Mensual - C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\nogalgcepeda.PEM

País: MEXICO Estación: LA GLORIA

Altitud: 1470 m. Latitud: 25.37 °N Longitud: 101.50 °W

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m²/día	mm/día
Enero	5.1	19.2	25	7	10.6	18.0	1.63
Febrero	6.1	21.4	23	10	11.2	21.1	2.23
Marzo	9.7	26.0	14	5	11.9	24.9	2.92
Abril	13.3	29.1	24	3	12.6	28.1	4.03
Mayo	16.3	31.6	25	2	13.2	29.8	4.66
Junio	17.7	32.0	23	10	13.6	30.4	5.00
Julio	17.5	31.1	39	10	13.4	30.0	5.26
Agosto	17.0	30.5	60	10	12.9	28.6	5.27
Septiembre	15.3	28.1	49	9	12.2	25.9	4.29
Octubre	12.3	26.2	45	15	11.5	22.2	3.30
Noviembre	8.1	22.6	29	1	10.8	18.7	1.94
Diciembre	6.3	20.3	44	5	10.4	16.9	1.71
Promedio	12.1	26.5	33	7	12.0	24.6	3.52

Figura 1. Datos climáticos de entrada al modelo CROPWAT para la estación de General Cepeda, Coah.

En la Figura 2, se presentan los datos referentes al cultivo de acuerdo al formato del programa. La información fenológica del cultivo fue obtenida de Tarango, 2012.

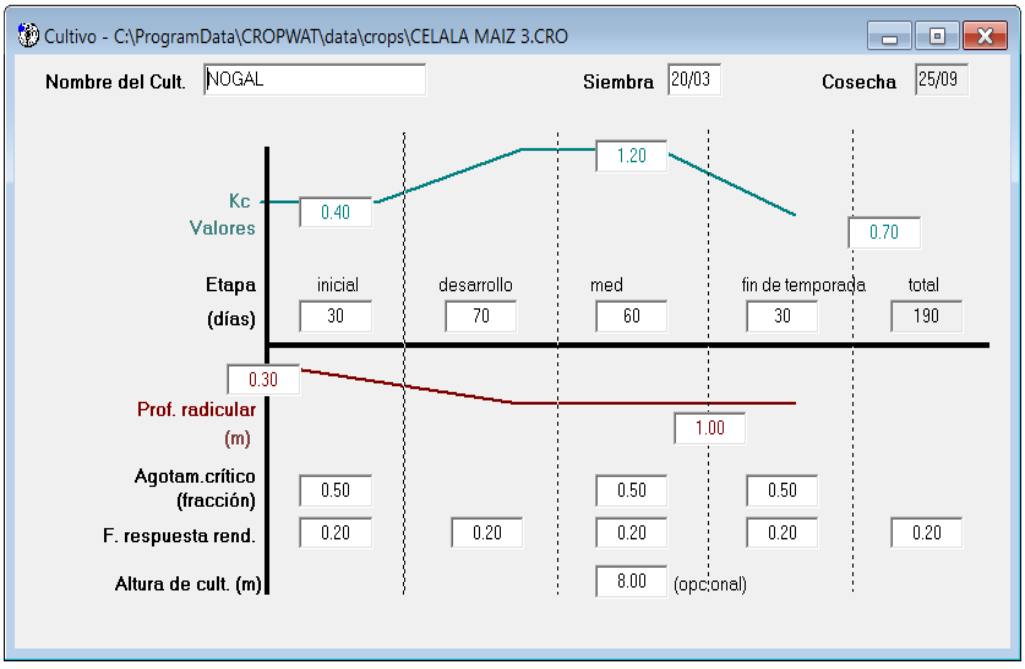
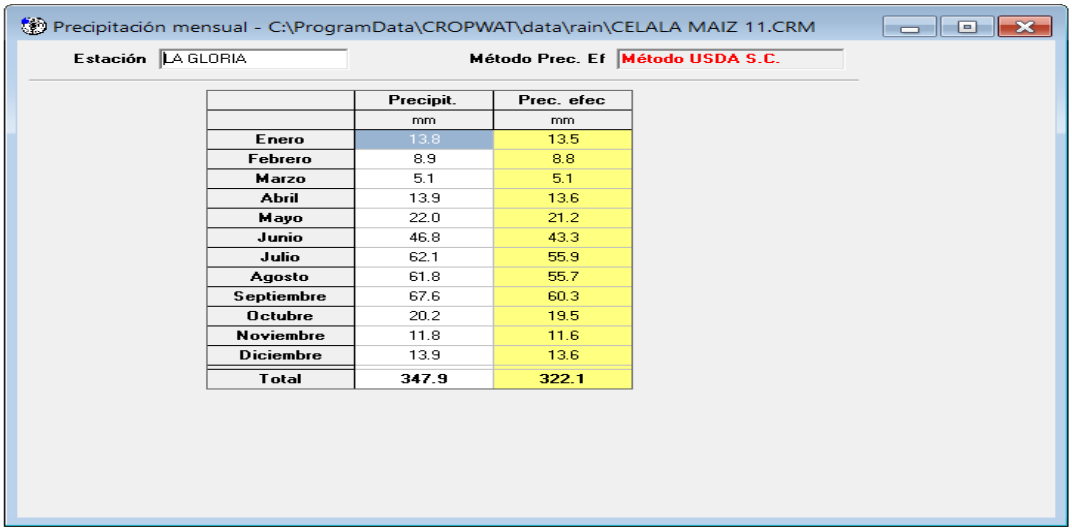


Figura 2. Datos del cultivo de nogal considerados de entrada al modelo CROPWAT para la estación de General Cepeda, Coah.

La Figura 3 presenta los valores de la precipitación total mensual, de la estación seleccionada, que sirvieron como entrada al modelo y con los cuales se determinó la precipitación efectiva (Pe), calculada por el método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estado Unidos (USDA SCS). El programa da diferentes opciones sobre el método de cálculo de la Pe.



	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	13.8	13.5
Febrero	8.9	8.8
Marzo	5.1	5.1
Abril	13.9	13.6
Mayo	22.0	21.2
Junio	46.8	43.3
Julio	62.1	55.9
Agosto	61.8	55.7
Septiembre	67.6	60.3
Octubre	20.2	19.5
Noviembre	11.8	11.6
Diciembre	13.9	13.6
Total	347.9	322.1

Figura 3.- Precipitación promedio mensual de la estación de General Cepeda, Coah.

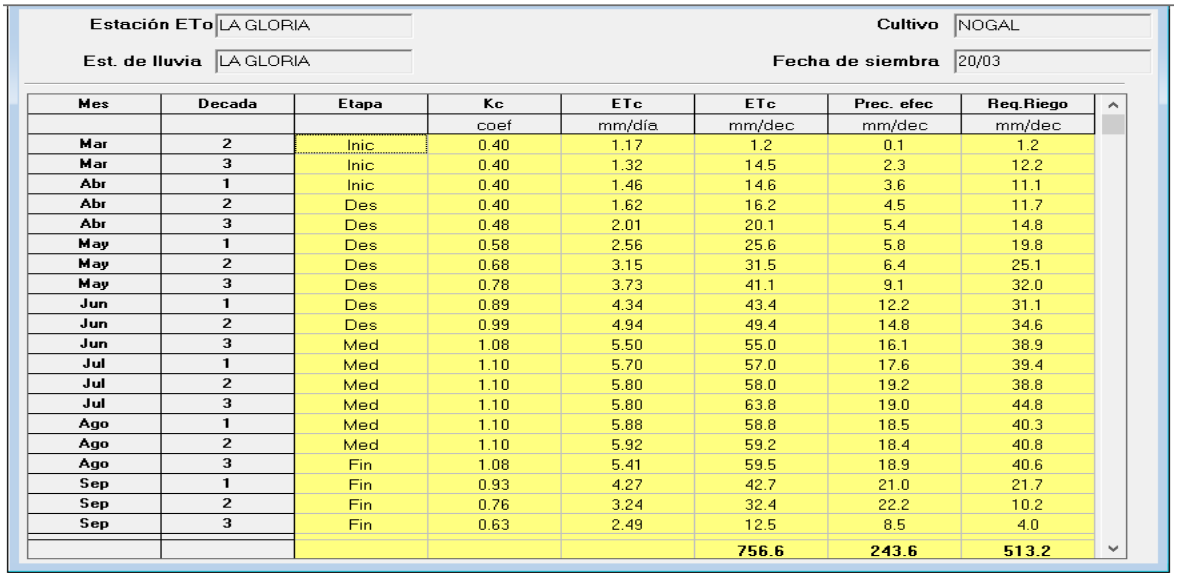
Estrategias de riego. Las estrategias de riego son los criterios que se adoptan para decidir de antemano el momento oportuno de efectuar el riego, así como de la cantidad de agua a aplicar, (Howell, et al., 1998; Jensen, et al., 1970). En el presente estudio el criterio fue aplicar el riego al consumirse el 50 porciento de la humedad aprovechable del suelo. El suelo, consideradas en la simulacion, fue de una huerta nogalera es un franco – arcilloso con una retención de humedad de 180 mm de lamina por metro de profundidad. El primer riego se aplica al momento de brotación que para fines de este estudio se definio ser el 20 de marzo. En esta estrategia se deja que el agua disminuya hasta un punto igual al 50 %, del agua que se encuentra entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. A este porcentaje se conoce con el nombre de agotamiento permisible de humedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evapotranspiración del cultivo (Et_c) y necesidades de riego. En el Figura 4 se presentan los valores de las necesidades de agua o ET_c, así como las necesidades de riego. Ambos datos se presentan como valores totales en el periodo de análisis del programa, para el caso, por períodos decenales.

Los valores de necesidades netas de riego aparecen en la columna titulada Req Riego, la cual como puede apreciarse se calcula restando los montos de la precipitación efectiva a los valores de necesidades de agua. Las necesidades netas de riego fueron de, aproximadamente, 757 mm. Estos resultados están muy cercanos a aquellos obtenidos por Sifuentes Ibarra et al., 2015, en una huerta situada en la Comarca Lagunera. Los requerimientos de riego fluctúan entre 1.2 hasta 44.8 mm de lámina a lo largo del ciclo del

cultivo. La demanda más alta por agua se sitúa la última semana de julio y primera quincena de agosto con valores de 40.6 hasta 44.8 mm.



Estación ETo: LA GLORIA — Cultivo: NOGAL

Est. de lluvia: LA GLORIA — Fecha de siembra: 20/03

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	2	Inic	0.40	1.17	1.2	0.1	1.2
Mar	3	Inic	0.40	1.32	14.5	2.3	12.2
Abr	1	Inic	0.40	1.46	14.6	3.6	11.1
Abr	2	Des	0.40	1.62	16.2	4.5	11.7
Abr	3	Des	0.48	2.01	20.1	5.4	14.8
May	1	Des	0.58	2.56	25.6	5.8	19.8
May	2	Des	0.68	3.15	31.5	6.4	25.1
May	3	Des	0.78	3.73	41.1	9.1	32.0
Jun	1	Des	0.89	4.34	43.4	12.2	31.1
Jun	2	Des	0.99	4.94	49.4	14.8	34.6
Jun	3	Med	1.08	5.50	55.0	16.1	38.9
Jul	1	Med	1.10	5.70	57.0	17.6	39.4
Jul	2	Med	1.10	5.80	58.0	19.2	38.8
Jul	3	Med	1.10	5.80	63.8	19.0	44.8
Ago	1	Med	1.10	5.88	58.8	18.5	40.3
Ago	2	Med	1.10	5.92	59.2	18.4	40.8
Ago	3	Fin	1.08	5.41	59.5	18.9	40.6
Sep	1	Fin	0.93	4.27	42.7	21.0	21.7
Sep	2	Fin	0.76	3.24	32.4	22.2	10.2
Sep	3	Fin	0.63	2.49	12.5	8.5	4.0
					756.6	243.6	513.2

Figura 4. Valores de ETc y necesidades de riego para el cultivo de nogal.

En el Cuadro 1 se presenta el calendario de riego obtenido con el modelo y se observa que el primer riego de auxilio de 180 mm de lámina se aplicó en brotación del cultivo, el 20 de marzo. Posteriormente, se aplicaron siete riegos de auxilio adicionales con láminas de riego que van de 50 hasta 94 mm. En total se dieron ocho riegos, variando el intervalo entre ellos desde 18 hasta 34 días. Nuevamente, como se estableció anteriormente, la alta demanda de fines de julio, principio de agosto provocó que el menor intervalo de riegos se presentara precisamente en esta época del cultivo.

Cuadro 1. Programación del riego en nogal siguendo el criterio de 50 % de agotamiento permisible de humedad.

Numero	Fecha	Dias al riego	Intervalo (dias)	Etapa	Lamina Neta (mm)
0	20 marzo	0	0	Inicial	180
1	22 abril	34	34	Inicial	50
2	22 mayo	64	30	Desarrollo	68
3	16 junio	89	25	Desarrollo	87
4	1 junio	109	20	Media	94
5	6 julio	128	19	Media	95
6	25 julio	146	18	Media	91
7	12 agosto	165	19	Final	92
8l	fin		18 - 34		757

CONCLUSIONES

La ETc calculada fue de 757 mm de lámina, la cual se asemeja mucho a aquella encontrada en otras localidades. Al aplicar el 50 % de agotamiento permisible de humedad, como criterio de riego, dio como resultado siete riegos de auxilio, después del de brotación. El intervalo entre riego fue muy variable y fluctuó desde 18 hasta 34 días después del último riego. El modelo permite variación significativa en la fenología del cultivo al variar la fecha de brotación, así como en el criterio para la aplicación de riegos, lo cual afectar el manejo del cultivo y rendimiento. Esta tecnología es recomendable para manejar escenarios de disponibilidad hídrica y variación climática, y para ello se deben implementar programas de validación y transferencia a gran escala.

REFERENCIAS

ASCE. 1978. Water Requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practices No. 70, ASCE, New York. 332 pp.

Díaz P., G.; Ruiz C., J. A.; Medina G., G.; Cano G., M. A.; Serrano A., V. y Sánchez C., I. 2007. Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de Coahuila (Período 1961-2003). INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla. Libro Técnico Núm. 16. Veracruz, México. 159 p.

Howell, T.A., S.R. Evett, A.D. Schneider, R.W. Todd, and J.A. Tolk. 1998. Evapotranspiration of irrigated fescue grass in a semi-arid environment. ASAE Paper no. 982117. ASAE Annual International Meeting, Orland, FL, July 12-16.

Jensen, M.E., D.C.N. Robb, and C.E. Franzoy. 1970. Scheduling irrigations using climate-cropsoil data. Proc. Am. Soc. Civ. Engr., J. Irrig. and Drain. Div. 96(IR1):25-38.

Godoy, A. C. y Huitrón, R. M. V. 1998. Relaciones hídricas de hojas y frutos de nogal pecanero durante el crecimiento y desarrollo de la nuez. Agrociencia. 32:331-337.

Miyamoto, S. 1983. Consumptive water use of irrigated pecans. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 108:676-681.

Ojeda, B. W.; Sifuentes, I. E. and Unland, W. H. 2006. Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa. Agrociencia. 40:13-25.

Reyes V. N.C. y Urrea L.R., 2016. Retos y oportunidades para el aprovechamiento de la Nuez pecanera en México. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ). Primera edición, 2016. 124 p.

Sifuentes I. E., Samaniego G. J. A., Anaya S.A., Núñez M. J.H., Valdez G. B., Gutiérrez S.R.S., Ruelas I. J.R. y Macías C. J. 2015. Programación del riego en nogal pecanero (*Carya illinoinensis*), mediante un modelo integral basado en tiempo térmico. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Vol.6 Núm.8 p. 1893 – 1902.

Tarango R. S. H., 2012. Manejo del nogal pecanero con base a su fenología. INIFAP – CIRNOC – Campo Experimental Delicias. Folleto técnico No. 24. P 41.

Worthington, J. W.; Lasswell, J.; Stein, I. A. and Mc Fariand, M. J. 1992. Now that you´ve decided to irrigate…How?...How much?... When?...pecan south. 22:6-18.

PRODUCCIÓN DE *Pinus durangensis* MART. EN VIVERO CON DIFERENTES MEZCLAS DE SUSTRATOS

PRODUCTION OF *Pinus durangensis* MART. IN A NURSERY WITH DIFFERENT MIXTURES OF SUBSTRATES

Martínez-Casas, Ricardo[1*]; Prieto-Ruíz, José Ángel[1]; García-Rodríguez, José Leonardo[2]; Salcido-Ruiz, Silvia[1]; Goche-Télles, José Rodolfo[1]

[1]Facultad de Ciencias Forestales, UJED, Río Papaloapan, Valle del Sur, C.P. 34120, Durango, Dgo, [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle del Guadiana (CEVAG), Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Durango. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5, Durango, Dgo., México. C. P. 34170.
***Autor principal: casas1224@hotmail.com**

RESUMEN

Uno de los principales problemas en los viveros forestales, es el desconocimiento de contribuir en la calidad de planta, el uso de otros tipos de sustratos, como aserrín crudo y corteza compostada, los cuales son diferentes, pero alternativos, a los convencionales. Por esta razón el objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de tres tipos de sustratos en la calidad de planta de *Pinus durangensis* Mart. producida en vivero. Se probaron tres mezclas de sustratos uno de ellos mejor conocido como mezcla base tomado como testigo de referencia, un segundo con corteza compostada y un tercero con aserrín crudo todos con la misma cantidad de fertilizante de lenta liberación Multicote®. Los resultados al término de la fase de establecimiento (tres meses) de las plántulas indican que, de las dos mezclas de sustrato provenientes de ecosistemas naturales, la mezcla que obtuvo un mejor resultado fue la de 50% peat moss y 50% corteza compostada y la mezcla que obtuvo resultados bajos fue la mezcla compuesta por 50% peat moss, 25% de corteza y 25% de aserrín.

SUMMARY

One of the main problems in forest nurseries is the ignorance of contributing to plant quality, the use of other types of substrates, such as raw sawdust and composted bark, which are different, but alternative, to conventional ones. For this reason, the objective of the present work was to evaluate the influence of three types of substrates on the plant quality of *Pinus durangensis* Mart. produced in a nursery. Three mixes of substrates were tested, one of them better known as a base mix taken as a reference control, a second with composted bark and a third with raw sawdust, all with the same amount of Multicote® slow release fertilizer. The results at the end of the establishment phase (three months) of the seedlings indicate that, of the two substrate mixtures from natural ecosystems, the mixture that obtained the best results

was that of 50% peat moss and 50% composted bark and the mixture that obtained low results was the mixture composed of 50% peat moss, 25% bark and 25% sawdust.

INTRODUCCIÓN

La reforestación y restauración forestal son procesos complejos que requieren de diversas acciones para garantizar un establecimiento forestal exitoso, entre las que destacan la selección adecuada de las especies y procedencias adecuadas, así como la aplicación correcta de prácticas culturales (Grossnickle y MacDonald, 2018). En vivero, lugar donde la planta crece, la planta debe de reunir características morfológicas y fisiológicas adecuadas para ser plantadas en campo y obtener mayor crecimiento y supervivencia. Entre las principales prácticas de cultivo que las plantas reciben en vivero son la nutrición, micorrización, riegos, control de plagas y enfermedades, así como el manejo de las condiciones ambientales (Prieto *et al*. 2009). Otros aspectos importantes son la producción de planta donde existe gran variedad de tecnologías como son la selección de envases (tamaño, volumen y material de fabricación), ya que en estos está contenido el desarrollo del medio de crecimiento tanto la raíz como la biomasa aérea (Monárrez *et al.,* 2012) y los sustratos, entre otros. Con relación a este último aspecto, desde hace tiempo, se ha buscado el uso de materiales con características similares para sustituir la mezcla de peat moss, agrolita y vermiculita en la que se produce plana de alta calidad, pero su elevado costo es su principal desventaja limitante para la mayoría de los viveristas. Por tanto, es necesario buscar materiales para su uso como sustratos alternativos con orientación ecológica (Mateo-Sánchez *et al*., 2011). Como lo son sustratos de la corteza de pino y el aserrín proporcionan características físicas y químicas favorables para el desarrollo de plántulas del género *Pinus* (Hernández-Zarate *et al*., 2014). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de tres tipos de sustratos en la calidad de planta de *Pinus durangensis* Mart. producida en vivero. Se presentan los resultados de la evaluación realizada al final de la fase de establecimiento (tres meses) de las plántulas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en las instalaciones del vivero forestal del Campo Experimental Valle del Guadiana, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Durango. El invernadero cuenta con una cubierta de película plástica calibre 720 micras color blanco lechoso, con tratamiento contra rayo UV y malla sombra del 60%, color negro. La planta se produjo en 12 charolas de 98 tubetes, de polietileno rígido color negro de 160 mL. Previo a la siembra, la semilla se remojó en agua durante 24 horas; posterior a ello la semilla se escurrió y se impregnó con el fungicida (Tecto 60®). Por cavidad se sembraron dos semillas en forma directa y se cubrieron con la misma mezcla de sustrato,

de acuerdo con los tratamientos de sustrato propuestos. Se evaluaron tres tratamientos, conformados por tres mezclas de sustratos, tomando a la mezcla tradicional o mezcla base (50% Peat Moss, 25% Agrolita, 25% vermiculita) como testigo y cuatro repeticiones por tratamiento. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar teniendo un total de 12 unidades experimentales.

Cuadro 1. Descripción de las mezclas de sustrato (tratamientos) probadas.

Tratamiento	Mezcla de sustratos
1	Peat moss (50%) + vermiculita (25%) + agrolita (25%)
2	Peat moss (50%) + corteza (25%) + aserrín (25%)
3	Peat moss (50%) + corteza (50%)

Una vez preparadas las mezclas de sustratos, éstas fueron desinfectadas con el producto Anibac PLUS® aplicado por aspersión en dosis de 6.26 mL L^{-1} de agua. A los 15 días de aplicado el producto desinfectante se agregó el fertilizante de liberación controlada Multicote® de 8 meses (12-25-12 N-P-K) en una dosis de 3 g L^{-1} de mezcla de sustrato. Los riegos se aplicaron de acuerdo con las necesidades hídricas de la planta, determinadas cada tercer día con un tensiómetro manual análogo. En la mayor parte del invierno se realizaron riegos dos veces por semana y en la primavera se realizaron tres veces por semana. La nutrición durante la fase inicial o de establecimiento de la producción fue con fertilizante iniciador Master® (4-25-35). A los tres meses de edad de la planta, se evaluaron diez plantas por tratamiento a las cuales se les determinaron los parámetros morfológicos altura, diámetro, número de raíces secundarias a partir de la raíz principal y longitud de raíz. El análisis estadístico de los datos consistió en un ANOVA y prueba de separación de medias de Tukey con una probabilidad del 95% realizado en el paquete estadístico Infostat® (versión 20161).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados al final de la fase de establecimiento de las plántulas en vivero (tres meses) pudieron observarse diferencias significativas ($p<0.05$) en algunos de los parámetros que se evaluaron entre tratamientos. Las plántulas con mejores promedios de las características morfológicas fueron las producidas con mezcla base, tratamiento testigo de referencia. Mateo-Sánchez *et al.* (2011) mencionan que difícilmente un solo sustrato posee todas las características físicas y químicas, por lo cual es recomendable la mezcla de componentes. La mezcla base (testigo de referencia) produjo los mejores resultados en el diámetro al cuello de

la raíz (Figura 1A) en comparación con la mezcla que contenía aserrín. Pero, para esta misma variable no mostró diferencias con la mezcla compuesta de corteza compostada.

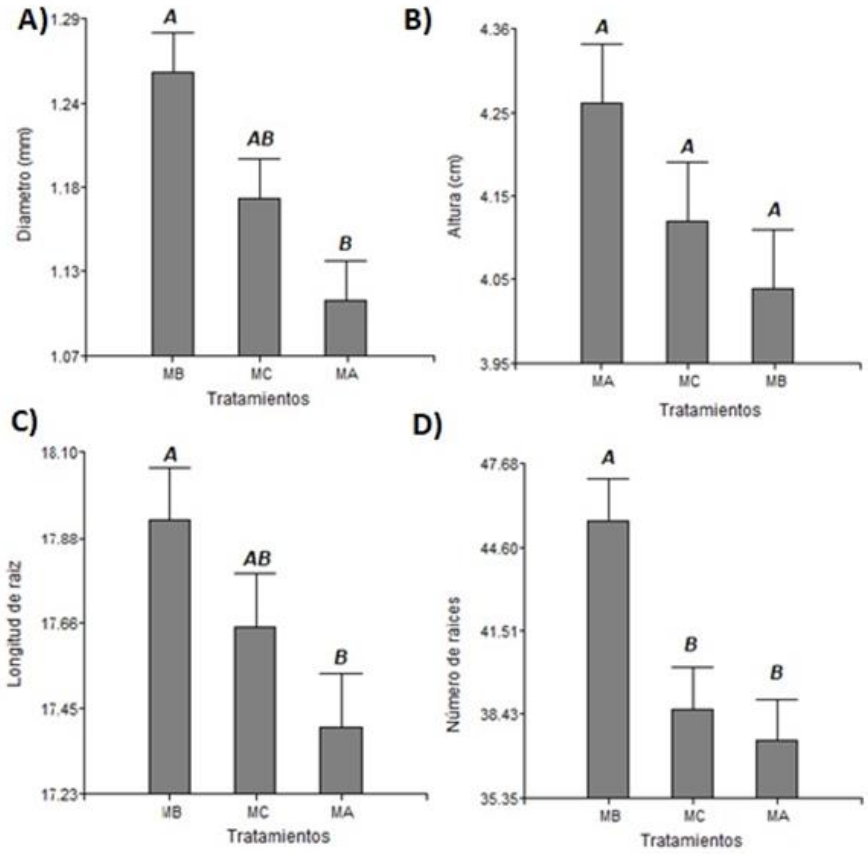


Figura 1. A) Diámetro, B) altura, C) longitud de raíz y D) número de raíces en plántulas de *Pinus durangensis* de tres meses de edad cultivadas en invernadero. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p<0.05$).

En cuanto a la variable altura (Figura 1B) de las plántulas, no fue posible observar diferencia entre los tratamientos. Respecto a esto, Hernández-Zarate *et al.* (2014) afirman que las mezclas de sustrato a base de corteza compostada y aserrín son favorables para el desarrollo de plántulas del género *Pinus*. En la longitud de raíz (Figura 1C) se presentaron diferencias significativas ($p<0.05$), siendo la mezcla base (testigo de referencia) la mezcla que favorece el crecimiento de la raíz en contraste con la mezcla que contenía aserrín, aunque la mezcla base (testigo) y la mezcla con corteza compostada no presentaron comportamiento diferencial. No existe información sobre la longitud de raíz en función de las mezclas de sustratos para la fase de desarrollo en que se llevó a cabo la evaluación, esto porque generalmente la raíz crece en longitud lo que le permite la longitud del envase.

Respecto al número de raíces (Figura 1D), sí fue posible observar diferencias significativas entre la mezcla base (testigo) y las mezclas con corteza compostada y aserrín. Resulta interesante saber cómo afecta la mezcla de sustratos en las primeras fases de desarrollo de las plántulas antes de que la raíz llegue al fondo del envase donde se podará por aireación. De igual forma es importante conocer como la mezcla de sustrato limita o fomenta la fibrosidad del sistema de raíces, que se traduce en una mayor superficie de absorción de agua y nutrientes. En cuanto a la calidad de planta Vicente-Arbona *et al.* (2019) probando un 80% de aserrín y 20% de corteza de pino, con un fertilizante de liberación controlada 8 g L^{-1} obtuvieron buenos resultados en plántulas del género *Pinus.*

CONCLUSIONES

Por los resultados observados hasta el final de la fase de establecimiento en vivero de plántulas de *Pinus durangensis*, la mezcla que promueve los mayores promedios de los parámetros morfológicos evaluados, solo después de la mezcla base como testigo referencial, es la mezcla de 50% de peat moss y 50% de corteza. Por esta razón la mezcla de 50% de peat moss y 50% de corteza puede ser candidata para su uso generalizado en la producción de plántulas de esta especie de pino en los viveros forestales.

REFERENCIAS

Gañán, L; Bolaños-Benavides, MM; Asakawa, N. 2011. Efecto de la micorrización sobre el crecimiento de plántulas de plátano en sustrato con y sin la presencia de nematodos fitoparásitos. Acta Agronómica, 60(4): p. 297-305.

Grossnickle, SC; MacDonald, JE. 2018. Seedling Quality: History, Application, and Plant Attributes. Forest. 9(5): 285 p.

Hernández-Zarate, L; Aldrete, A; Ordaz-Chaparro, VM; López-Upton, J; López-López, MÁ. 2014. Crecimiento de *Pinus montezumae* Lamb. en vivero influenciado por diferentes mezclas de sustratos. Agrociencia, 48(6): p. 627-637.

Mateo-Sánchez, JJ; Bonifacio-Vázquez, R; Pérez-Ríos, SR; Mohedano-Caballero, L; Capulín-Grande, J. 2011. Producción de *Cedrela odorata* L. en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de Galeana, Guerrero, México. *Ra Ximhai*, 7(1): p. 123-132.

Monárrez González, JC; López Hernández, JA; García Rodríguez, JL; Prieto Ruíz, JA; Larreta Northon, HA. 2012. Producción de *Pinus cembroides* Zucc. En vivero en diferentes sustratos y envases. Centro De Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental Valle Del Guadiana. Folleto técnico Núm. 54 47 p.

Prieto Ruíz, JA; García Rodríguez, JL; Mejía Bojórquez, JM; Huchin Alarcón, S; Aguilar Vitela, JL. 2009 Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frio. Centro De Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental Valle Del Guadiana. Publicación especial Núm. 28, 48 p.

Vicente-Arbona, JC; Carrasco-Hernández, V; Rodríguez-Trejo, DA; Villanueva-Morales, A. 2019. Calidad de planta de *Pinus greggii* producida en sustratos a base de aserrín. Madera y bosques, *25*(2): p. 1-14.

TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN A FINALES DEL SIGLO 21 EN ZONAS PRODUCTORAS DE NOGAL PECANERO EN MÉXICO

TEMPERATURE AND PRECIPITATION TOWARDS THE END OF THE 21ST CENTURY IN PECAN PRODUCING AREAS OF MEXICO

Corrales-Suastegui, Arturo[1*], Osías Ruíz-Álvarez[1], Miguel Angel González-González[1], Mario Primitivo Narváez-Mendoza[1], Gerardo Martínez-Díaz[2]

[1]Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos. C. E. Pabellón. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Pabellón de Arteaga, Ags., México.
[2]C. E. de la Costa de Hermosillo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Hermosillo, Son., México.
***Autor para correspondencia: corrales.arturo@inifap.gob.mx**

RESUMEN

En el norte de México, especialmente en Chihuahua, Coahuila, Sonora y Durango, la producción de nogal pecanero es una de las actividades agrícolas más importantes. La temperatura y precipitación afectan el desarrollo de este cultivo, ya que influyen en los procesos metabólicos. En este trabajo examinamos cambios en temperatura (máxima y mínima) y precipitación estacional con el Modelo Climático Regional del Centro Rossby (RCA4), para el dominio de Centroamérica del Experimento regional coordinado de reducción de escala (CORDEX), forzado con diferentes Modelos de Circulación General (MCG) y siguiendo un escenario de Trayectorias de Concentración Representativas (RCP) de gases de efecto de invernadero. Consideramos dos períodos de 30 años, uno denominado "condición actual" (1981-2010) y el otro es un "escenario futuro" (2070-2099). Los resultados sugieren incremento en las temperaturas máximas y mínimas para las cuatro estaciones del año; inviernos, primaveras y veranos más secos, pero otoños más húmedos sobre la región productora de nogal pecanero.

ABSTRACT

In northern Mexico, especially in Chihuahua, Coahuila, Sonora and Durango, pecan production is one of the main agricultural activities. Temperature and precipitation affect the development of crops since they influence their metabolic processes. In this work we examine changes in maximum and minimum temperature, and seasonal precipitation with the Regional Climate Model of the Rossby Center (RCA4), for the Central America domain of the COordinated Regional Climate Downscaling Experiment (CORDEX), driven with different General Circulation Models (GCM) and following a Representative Concentration Pathway (RCP) scenario. We consider two 30-year periods as "current conditions" (1981-2010) and a "future scenario" (2070-2099). The results suggest an increase in the maximum and minimum temperatures for the four seasons of the year; drier winters, springs, and summers, but wetter autumns over pecan growing region.

INTRODUCCIÓN

El nogal pecanero (*Carya illinoinensi*s) pertenece a la familia Juglandaceae la cual comprende plantas arbóreas que producen una drupa. Durante la fase de maduración, el pericarpio y el mesocarpio se secan, y el endocarpio (cáscara) y la semilla (almendra) son considerados una nuez (Retes-López *et al.,* 2014). México se ha posicionado como uno de los principales exportadores de nuez pecanera en el mercado internacional, lo cual generó en el año 2015 un superávit comercial nacional mayor a los $330 millones de dólares (SIAP,

2016). En el norte de México, sobre todo en los estados de Chihuahua, Coahuila, Sonora y Durango; la producción de nogal pecanero es una de las actividades agrícolas principales.

La temperatura y precipitación afectan el desarrollo del nogal pecanero, ya que influyen en los procesos metabólicos. El calentamiento del sistema climático global es inequívoco, la temperatura del aire de la superficie terrestre se ha incrementado 0.85 °C durante el período de 1880 a 2012; además, las continuas emisiones de gases de efecto invernadero podrían causar un calentamiento todavía mayor (hasta 4.8 °C para fines de siglo). Los cambios duraderos en todos los componentes del sistema climático aumentan la probabilidad de impactos graves, generalizados e irreversibles para las personas, agricultura y los ecosistemas (IPCC 2013).

Dada la importancia económica que representa la región productora de nogal pecanero para el país, en esta investigación utilizamos el Modelo Climático Regional del Centro Rossby (RCA4) para el dominio del Experimento regional coordinado de reducción de escala (CORDEX) para Centroamérica (Figura 1). Este modelo se somete a forzamiento con diferentes Modelos de Circulación General (MCG) bajo un escenario de Trayectorias de Concentración Representativas (RCP) de gases de efecto invernadero; y así analizar cambios futuros en temperatura máxima, mínima y precipitación.

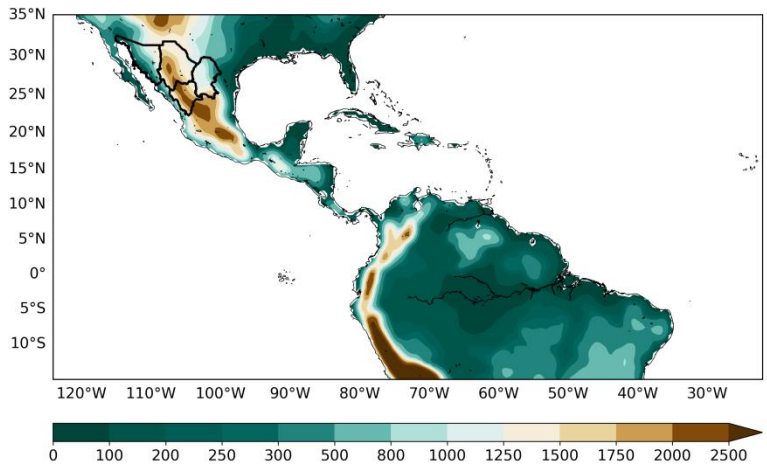


Figura 1. Dominio del modelo, topografía (m) y área de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Observaciones

En este trabajo se utilizan campos mensuales de temperatura máxima (*Tmax*), temperatura mínima (*Tmin*) y precipitación (*Prec*) de la base de datos de Livneh con 1/16° de resolución espacial (Livneh *et al.,* 2015).

Modelo

Se utilizó el modelo RCA4, el cual es semi-lagrangiano, semi-implícito con difusión horizontal de sexto orden aplicado a las variables de pronóstico, y ejecutado para el dominio inicial del CORDEX (Samuelsson *et al.,* 2011; Giorgi e*t al.,* 2009; Giorgi y Gutowski, 2015).

Simulaciones

Se definió el periodo 1981-2010 como referencia de la “condición actual”, y similarmente al periodo 2070-2099 como representativo de un “escenario futuro”. Como evaluación del modelo en el periodo de referencia, se analizó una simulación (M0) forzada por el reanálisis ERA-Interim del “European Centre for Medium-Range Weather Forecast” (ECMWF). También se analizaron simulaciones forzadas por tres MCGs de la fase 5 del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP5) (Taylor *et al.,* 2012):

1. Met Office Hadley Centre MOHC-HadGEM2-ES (M1),
2. Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M) M-MPI-ESM-LR (M2),
3. Model for Interdisciplinary Research On Climate MIROC-MIROC5 (M3),

Las simulaciones M1 a M3 se analizaron para el periodo de referencia y para el escenario futuro bajo el escenario de altas emisiones RCP8.5 (Moss *et al.,* 2010).

Ensambles

Se definieron ensambles de *Tmax*, *Tmin* y *Prec* para el periodo de referencia (Ere*f*) y para el futuro (Ercp8.5) promediando el correspondiente campo mensual de las simulaciones M1 a M3. De los ensambles de *Tmax*, *Tmin* y *Prec* se calculó el promedio estacional para invierno (diciembre-febrero, DEF), primavera (marzo-mayo, MAM), verano (junio-agosto, JJA) y otoño (septiembre-noviembre, SON).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Periodo de referencia

Para la evaluación del desempeño del modelo comparando M0 con Livneh, se encontró que el modelo y las observaciones tuvieron comportamiento similar.

Temperatura máxima

En la Figura 2 se presenta la *Tmax* promedio para DEF, MAM, JJA y SON durante el periodo de referencia. En las observaciones (Livneh, Figura 2a-d), los máximos de *Tmax* (~24 °C) en DEF (Figura 2a) se encuentran principalmente sobre Sonora. Para MAM (Figura 2b), los máximos de *Tmax* (~32 °C) se observaron en Sonora y Coahuila. Durante JJA (Figura 2c) los máximos de *Tmax* se encontraron en Sonora (>34 °C), Coahuila (>32 °C) y norte de Chihuahua (>32 °C). En otoño (SON, Figura 2d), *Tmax* alcanza valores máximos de ~34 °C sobre Sonora. Para la evaluación del modelo (M0, Figura 2e-h), los valores máximos de *Tmax* (~22 °C) durante DEF (Figura 2e) son principalmente sobre Sonora. Para MAM (Figura 2f), el valor máximo de *Tmax* sobre Sonora y Coahuila es de ~30 °C. En JJA (Figura 2g) los máximos de *Tmax* se encontraron en Sonora (>34 °C), Coahuila (>30 °C) y norte de Chihuahua (>30 °C). Durante SON (Figura 2h), el valor máximo de *Tmax* sobre la región se localizó en Sonora (~32 °C). Para las simulaciones M1 a M3 y Eref (Figura 2i-x), el valor máximo de *Tmax* durante DEF (Figura 2i,m,q,u) es de ~22 °C sobre Sonora. Para MAM (Figura 2j,n,r,v), el valor máximo de *Tmax* (~28 °C) se encontró sobre los estados de Sonora y Coahuila. Durante JJA (Figura 2k,o,s,w) los máximos de *Tmax* se encontraron en Sonora (>34 °C), Coahuila (>28 °C) y norte de Chihuahua (>28 °C). Para otoño (SON, Figura 2l,p,t,x), el valor máximo de *Tmax* sobre la zona de estudio se localizó en Sonora (~32 °C).

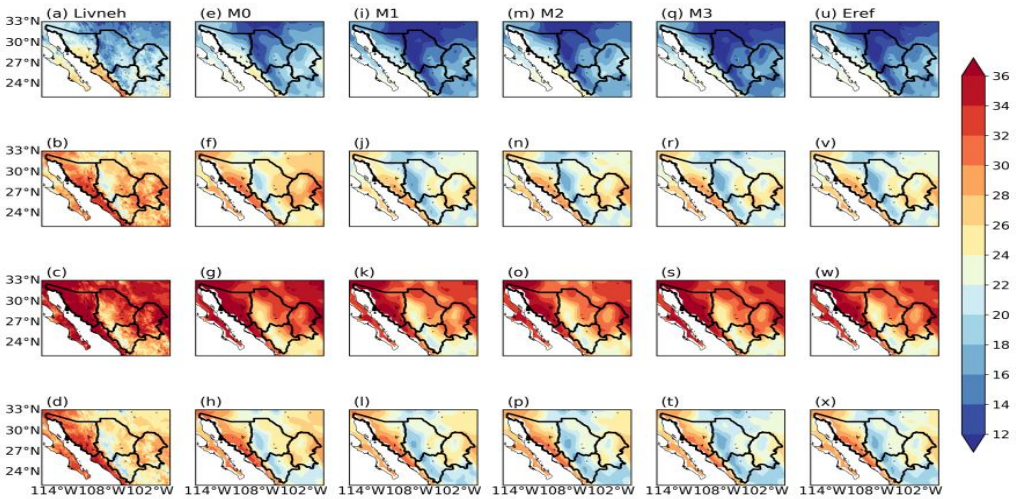


Figura 2. Temperatura máxima (°C) promedio durante 1981-2010 para (a) DEF, (b) MAM, (c) JJA, (d) SON para Livneh, (e) – (h) similar a (a) – (d) pero para M0, (i) – (l) similar a (e) – (h)

pero para M1, (m) – (p) similar a (i) – (l) pero para M2, (q) – (t) similar a (m) – (p) pero para M3 y (u) – (x) similar a (q) – (t) pero para Eref.

Temperatura mínima

En la Figura 3 se muestra la *Tmin* promedio para DEF, MAM, JJA y SON durante el periodo de referencia. Las observaciones (Livneh, Figura 3a-d) muestran que el menor valor de *Tmin* (<0 °C) durante DEF (Figura 3a) se encuentra principalmente en Chihuahua y zonas altas de Durango. Para MAM (Figura 3b), bajos valores de *Tmin* (< 2 °C) se observaron zonas montañosas de Chihuahua y Durango. Durante JJA (Figura 3c) los máximos de *Tmin* (>22 °C) se encontraron en Sonora y noreste de Coahuila. En otoño (SON, Figura 3d), *Tmin* < 4 °C se localizó sobre Durango y Chihuahua. La simulación M0 (Figura 3e-h), revela que valores bajos de *Tmin* (<2 °C) durante DEF (Figura 3e) se localizan principalmente sobre zonas altas de Chihuahua y Durango. Para MAM (Figura 3f), el valor máximo de *Tmin* sobre Sonora y Coahuila es de ~30 °C. En JJA (Figura 3g) los máximos de *Tmin* se encontraron en Sonora (>24 °C), Coahuila (>20 °C) y norte de Chihuahua (>30 °C). Durante SON (Figura 3h), el valor máximo de *Tmin* sobre la región se localizó en Sonora (~22 °C). Las simulaciones M1 a M3 y Eref (Figura 3i-x), muestran que el menor valor de *Tmin* durante DEF (Figura 3i,m,q,u) es < ~2 °C sobre Chihuahua y zonas montañosas de Durango. En primavera (MAM) (Figura 3j,n,r,v), el valor mínimo de *Tmin* (< 4 °C) se encontró en zonas altas de Chihuahua y Durango. Durante JJA (Figura 3k,o,s,w) los máximos de *Tmin* (>22 °C) se encontraron en Sonora y noreste de Coahuila. Para SON (Figura 3l,p,t,x), el valor máximo de *Tmin* sobre la zona de estudio se localizó en Sonora (~22 °C).

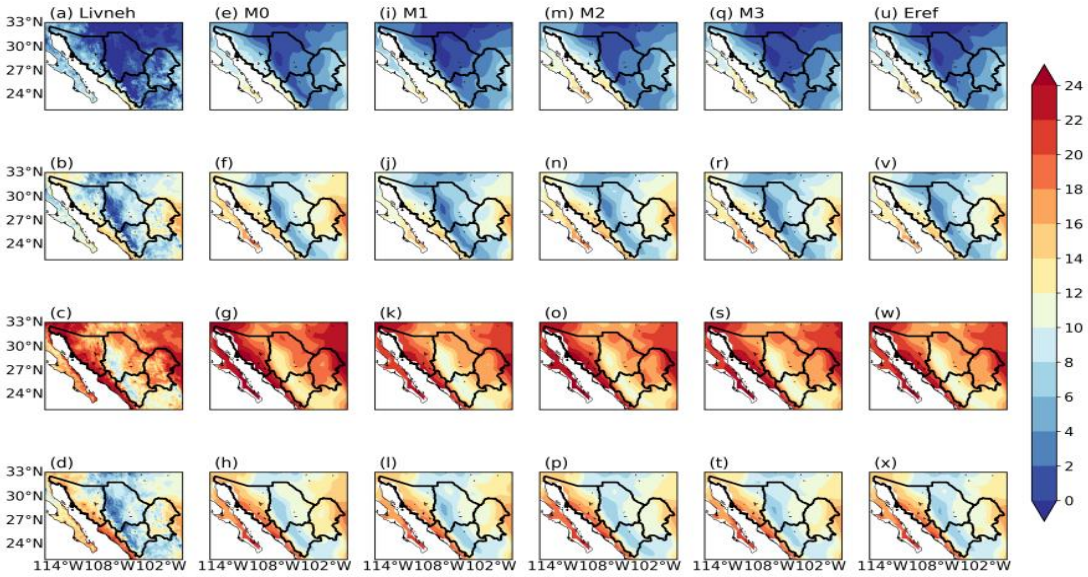


Figura 3. Similar a la Figura 2 pero para temperatura mínima (°C).

Precipitación

Una característica climatológica sobre esta región es el llamado Monzón de Norteamérica (NAM), que va de los 22° a 36° N y de los 113° a 104°W, inicia en verano y termina en otoño (Colorado-Ruiz *et al.,* 2018). La región del NAM cubre tres (Sonora, Chihuahua y Durango) de los cuatro estados de la región productora de nogal pecanero.

La *Prec* estacional (DEF, MAM, JJA y SON) durante el periodo de referencia se muestra en la Figura 4. En la base de datos observacionales de Livneh (Figura 4a-d), se observó la *Prec* para DEF (Figura 4a) y MAM (Figura 4b) en el rango de ~0.5 a ~1 mm/d sobre la región del NAM. Durante JJA (Figura 4c), los máximos valores de *Prec* (~2 a ~4 mm/d) se observan en la región del NAM. Para el otoño (SON, Figura 4d), la *Prec* se observó en el rango de ~1 a ~2 mm/d sobre toda el área de estudio. M0 (Figura 4e-h), durante DEF (Figura

4e) y MAM (Figura 4f), muestra los valores más altos de *Prec* en rango de ~0.5 a ~1 mm/d en Sonora, Chihuahua y Durango. Para JJA (Figura 4g), M0 sobre-estima de forma general la *Prec*, principalmente en zonas montañosas de Durango, no obstante el máximo también se encontró sobre la región del NAM. Durante SON (Figura 4h), M0 mostró la *Prec* en el rango de ~1 a ~2 mm/d sobre toda la zona de estudio. M1 a M3 y Eref (Figura 4i-x), durante DEF (Figura 4i,m,q,u) y MAM (Figura 4j,n,r,v), muestran la *Prec* en el rango de ~0.5 a ~1 mm/d en Sonora, Chihuahua y Durango, sin embargo sobre-estiman en el norte de Coahuila. Para JJA (Figura 4k,o,s,w), similar a M0 (Figura 4g), sobre-estiman de forma general la *Prec*, principalmente en zonas altas de Durango, aunque el máximo también se encontró sobre la región del NAM. Durante SON (Figura 4l,p,t,x), las simulaciones (M1-M3) y el ensamble de referencia (Eref), mostraron la *Prec* en el rango de ~1 a ~2 mm/d sobre toda la región de estudio.

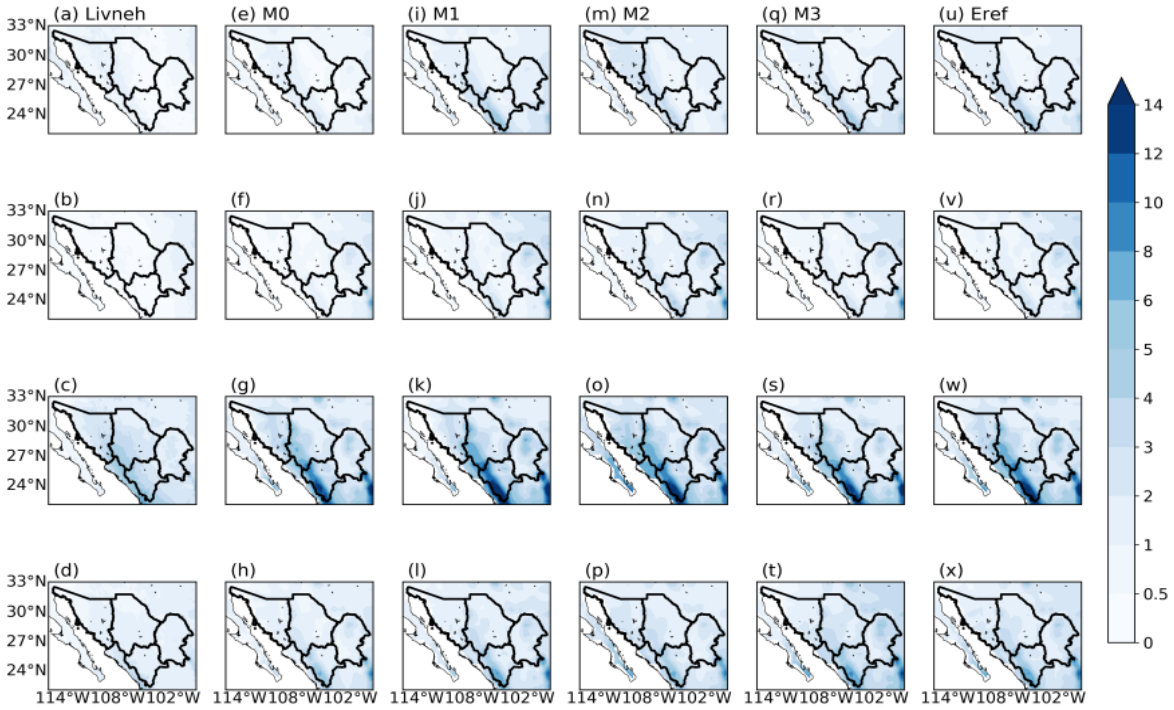


Figura 4. Similar a la Figura 3 pero para precipitación (mm/d).

Periodo futuro

En esta sección se presentan los resultados para el periodo 2070-2099 del ensamble futuro (Ercp85) siguiendo el escenario RCP8.5. En la Figura 5 se muestran los cambios en *Tmax* ($\Delta Tmax = Tmax_{futuro} - Tmax_{referencia}$), *Tmin* ($\Delta Tmin = Tmin_{futuro} - Tmin_{referencia}$) y *Prec* ($\Delta Prec = Prec_{futuro} - Prec_{referencia}$).

Temperatura máxima

Ercp85 revela que sobre la región de estudio el cambio en *Tmax* para DEF (Figura 5a) pudiera estar entre 3 y 4.5 °C. Durante MAM (Figura 4b), Durango y Chihuahua muestran los valores más altos (> 5 °C) de $\Delta Tmax$, seguidos de Sonora y Coahuila (4 °C < $\Delta Tmax$ < 5 °C). Durante el verano (JJA, Figura 5c), el cambio en Tmax pudiera estar entre 4 y 4.5 °C en la costa de Sonora, en el resto de la región entre 4.5 y 5 °C. Durante SON (Figura 5d) los valores más altos de $\Delta Tmax$ (entre 4 y 4.5 °C) se muestran en Sonora. Estos resultados son consistentes a lo reportado en Colorado-Ruiz e*t al.* (2018) para temperatura media usando MCGs.

Temperatura mínima

Similar a Tmax, el ensamble futuro muestra, de manera general, un incremento en la *Tmin* sobre toda la región. Para DEF (Figura 5e), Ercp muestra que $\Delta Tmin$ estará en el

rango de 2.5 a 4 °C. Durante MAM (Figura 5f), Δ*Tmin* pudiera estar entre 3 y 4.5 °C. El cambio en Tmin durante JJA (Figura 5g) estará entre 3.5 y 5 °C. Durante SON (Figura 5h), Ercp85 muestra los valores más altos en Sonora (Δ*Tmin* > 5°*C*), seguido de Chihuahua, Durango y Coahuila (4 °C < Δ*Tmin* < 5 °*C*).

Precipitación

De manera general, Ercp85 muestra una reducción en la *Prec* en zonas altas de Durango de hasta ~2 mm/d durante DEF (Figura 5i) y de ~1 mm/d para MAM (Figura 5j). Durante el verano (JJA, Figura 5k), los valores más bajos (entre -0.5 y -2 mm/d) de Δ*Prec* se muestran en Sonora, Durango y Chihuahua, los cuales están dentro de la región del NAM. Durante SON (Figura 5l), Ercp muestra un incremento en *Prec* (0.5 < Δ*Prec* < 2 mm/d) en Durango, y en Sonora, Chihuahua y Coahuila entre 0.5 y 1 mm/d. Lo anterior es consistente con lo reportado en Torres-Alavez *et al.* (2014).

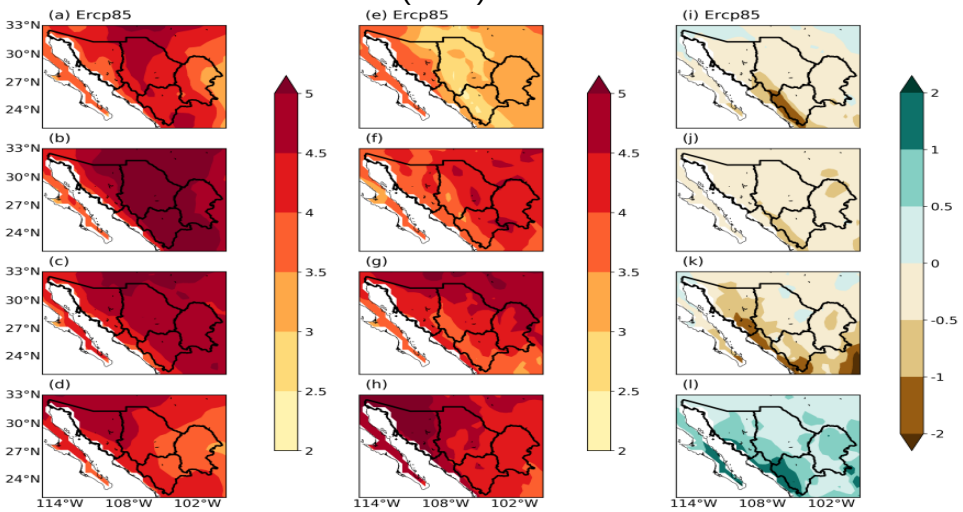


Figura 5. Cambio en la *Tmax* (°C) estacional durante 2070-2099 para el Ercp85 para (a) DEF, (b) MAM, (c) JJA, (d) SON, (e) – (h) similar a (a) – (d) pero para *Tmin* (°C), (i) – (l) similar a (e) – (h) pero para *Prec* (mm/d).

CONCLUSIONES

RCA4 pudo reproducir de forma realista los valores y patrones espaciales de las variables analizadas. Hacia finales de siglo se espera un aumento de Tmax y Tmin en todas las estaciones del año. Lo anterior tendrá repercusiones en una ampliación del periodo de brotación, dehiscencia de las flores y frutos de nuez, llenado de la nuez y viviparidad, lo cual afectará rendimiento y calidad de las huertas nogaleras. Los veranos serán más secos y los otoños más húmedos.

REFERENCIAS

Colorado-Ruiz, G., Cavazos, T., Salinas, J.A., De Grau, P., Ayala, R. (2018). Climate change projections from Coupled Model Intercomparison Project phase 5 multi-model weighted ensembles for Mexico, the North American monsoon, and the mid-summer drought region. Int J Climatol. 38: 5699-5716. https://doi.org/10.1002/joc.5773.

Giorgi, F. y Gutowski, W. J. (2015). Regional dynamical downscaling and the cordex initiative. Annual Review of Environment and Resources, 40(1): 467–490.

Giorgi, F., Jones, C., y Asrar, G. R. (2009). Addressing climate information needs at the regional level: the cordex framework. Bulletin - World Meteorological Organization, 58(3): 175–183.

IPCC (2013) Climate Change 2013: the physical science basis. In: Stocker TF, Qin DH, Plattner GK, Tignor M and others (eds) Contribution of Working Group I to the 5th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.

Livneh, B., Bohn, T., Pierce, D. et al. A spatially comprehensive, hydrometeorological data set for Mexico, the U.S., and Southern Canada 1950–2013. Sci Data 2, 150042 (2015). https://doi.org/10.1038/sdata.2015.42

Moss, R., Edmonds, J., Hibbard, K. et al. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature, 463, 747–756. https://doi.org/10.1038/nature08823.

Rafael Retes López, Ariel Ramsés Nasaimea Palafox, Salomón Moreno Medina, Francisco G. Denogean Ballesteros, Martha Martín Rivera. (2014). Análisis de rentabilidad del cultivo de nogal pecanero en la costa de Hermosillo. Revista Mexicana de Agronegocios, 34( ).

Samuelsson, P., Jones, C. G., Will´En, U., Ullerstig, A., Gollvik, S., Hansson, U., Jansson, E., Kjellstro¨M, C., Nikulin, G., y Wyser, K. (2011). The rossby centre regional climate model rca3: model description and performance. Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography, 63(1): 4–23.

SIAP, 2016. SAGARPA, México. http://www.gob.mx/siap/

Taylor, K. E., Stouffer, R. J., y Meehl, G. A. (2012). An overview of cmip5 and the experiment design. Bulletin of the American Meteorological Society, 93(4): 485–498.

Torres-Alavez, A., T. Cavazos, and C. Turrent, 2014: Land–Sea Thermal Contrast and Intensity of the North American Monsoon under Climate Change Conditions. J. Climate, 27, 4566–4580, https://doi.org/10.1175/JCLI-D-13-00557.1

POTENCIAL PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE CACAO *THEOBROMA CACAO L.*

PRODUCTIVE POTENTIAL OF COCOA Theobroma cacao L.

Muñoz-Aldape, Alejandro [1]; Uresti Duran Diana[2*], López Escudero Roberto de Jesus[3]

[1] Universidad Veracruzana. Académica Biológico-Agropecuaria. Xalapa, Veracruz, México.

[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental Saltillo. INIFAP.

[3] Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 17. Ursulo Galván Veracruz, México
***Autor de correspondencia: uresti.diana@inifap.gob.mx**

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de identificar las áreas con potencial productivo para producir el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*). Para la simulación del rendimiento se utilizó el modelo de simulación Soil and Water Assessment Tool (SWAT) y la cartografía del potencial productivo se realizó a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los análisis espaciales de simulación que ofrece el SWAT y la cartografía espacialmente explicita de los SIG's, nos ayudan a elaborar escenarios para la estimación de biomasa y rendimientos de diversos cultivos. La simulación se realizó bajo dos tecnologías de manejo una propuesta por el INIFAP y la otra por productores. Las cuencas de Grijalva Concordia, Grijalva Villahermosa, Huixtla y Suchiate, ubicadas en los estados de Chiapas y Tabasco presentaron áreas con potencial para la producción del cultivo de cacao. Los rendimientos obtenidos variaron de entre 0.01 a 2.74 t ha^{-1}. El manejo simulado del INIFAP además de obtener rendimientos superiores a los 2.5 t ha^{-1}, también se alcanza mayores áreas con potencial productivo y con rendimientos de alto (1.66-2.19 t ha^{-1}) a muy alto (2.20-2.74 t ha^{-1}). Esta información nos permite ubicar zonas de mayor potencial productivo y nos ofrece la variación cuantitativa en cuanto al manejo del cultivo.

ABSTRACT

The present study was carried out with the objective of identifying areas with productive potential to produce cocoa (*Theobroma cacao L.*). The Soil and Water Assessment Tool (SWAT) simulation model was used for yield simulation and the mapping of productive potential was done through Geographic Information Systems (GIS). The spatial simulation analysis offered by SWAT and the spatially explicit mapping of GIS help to develop scenarios for the estimation of biomass and yields of various crops. The simulation was made under two management technologies, one proposed by INIFAP and the other by producers. The basins of Grijalva Concordia, Grijalva Villahermosa, Huixtla and Suchiate, located in the states of Chiapas and Tabasco, presented areas with potential for cocoa crop production. The yields obtained ranged from 0.01 to 2.74 t ha^{-1}. The simulated management of INIFAP in addition to obtaining yields of more than 2.5 t ha^{-1}, also reached greater areas with productive potential and with high (1.66-2.19 t ha^{-1}) to very high (2.20-2.74 t ha^{-1}). This information allows locate

areas of greater productive potential and offers a quantitative variation in terms of crop management.

INTRODUCCION

El cacao *Theobroma cacao L.* es originario de México debido a que del cacao se obtiene el chocolate tiene una alta importancia cultural y económica, con un consumo per cápita de 0.5 kg el cual representa el 0.6% del gasto total realizado en alimentos y bebidas. Estos datos son importantes considerando que el cacao no cuenca como alimento básico en la canasta básica de los mexicanos. Los principales productores de cacao son los estados de Tabasco y Chiapas. La producción ha disminuido al pasar de 75 356 ha en Tabasco y 36 360 t en Chiapas en 1980 a 64 143 ha y 27 618 t en 2012 respectivamente, situación que ubica a México como importador neto a partir del año 2000, con un saldo negativo de 18 684 t en 2011 (SIAP, 2014). Las causas de esta tendencia son bajos rendimientos, la edad avanzada de las plantaciones, los altos costos de producción, el exceso de intermediarios y la dependencia de precios internacionales (González, 2005; Priego et al., 2009; Díaz et al., 2013). Debido a la importancia que tiene de identificar las áreas que cumplen con las demandas edafoclimáticas del cultivo, para lograr rendimientos máximos. Por ello en el presente trabajo se identificaron las áreas con mayor potencial y las variaciones del potencial productivo del cultivo de cacao en respuesta a las diversas condiciones edafoclimáticas y la tecnología de manejo utilizados uno propuesto por el INIFAP y el otro por los productores. El rendimiento de cacao se simulo a través del uso del modelo “Soil and Water Assessment Tool” (SWAT) (Neitsch et al., 2005) y con la ayuda de SIG se cartografiaron las áreas con potencial de producción de cacao expresadas en t ha^{-1}.

Debido a que el SWAT en un modelo hidrológico y que trabaja a nivel de cuenca hidrológica (Narasimhan *et al.,* 2005; Neitsch *et al.,* 2005; Garg et al., 2011), el proceso de simulación de rendimiento se realizó a través de las cuencas hidrológicas las cuales, en las operaciones internas del modelo, las dividió en subcuencas. A cada subcuenca se le identifico áreas con la misma topografía, tipo de suelo, y uso actual del suelo (Espinosa *et al.,* 2014). Estas áreas son llamadas URH (unidad de respuesta hidrológica). De cada URH se obtuvo un valor de rendimiento que posteriormente con ayuda de SIG se expresó cartográficamente.

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio se realizó en las cuencas, Grijalva Concordia, Huixtla y Suchiate las cuales se encuentran en los estados de Chiapas y Tabasco del sur de México. Que se encuentran a al norte 17°59', al sur 14°32' de latitud norte; al este 90°22', al oeste 94°14' de longitud oeste y al norte 18° 20', al sur de 17° 43' de latitud norte; al este 92°35', al oeste 93° 15' de longitud oeste.

El SWAT al ser un modelo hidrológico las operaciones realizadas por el modelo son a nivel de cuenca, estas cuencas se dividieron en subcuencas, utilizando información topográfica proveniente de un modelo de elevación digital (DEM) el cual contiene información topográfica es decir las pendientes del terreno, a partir de este mapa el modelo crea los escurrimientos superficiales a intervalos que el usuario puede determinar (Inurreta *et al.,* 2013). A cada subcuenca se identificaron áreas con la misma pendiente, tipo de suelo, y uso actual del suelo. Estas áreas son llamadas URH (unidad de respuesta hidrológica) y cada una de ellas genero un valor de rendimiento. El mapa de pendientes fue determinado por las operaciones internas del SWAT a partir del DEM, los mapas edafológicos y de uso actual del suelo se utilizó la cartografía del INEGI con una escala de 1:250 000.

Una vez obtenidas las URH´s y en conjunto con los datos climáticos diarios. Además de la fisiológica del cultivo y el manejo agronómico del cultivo con tecnología del INIFAP y con tecnología del productor**.** Se estimó el rendimiento para cada URH´s que posteriormente se cartografió. La información climática diaria (temperatura promedio diaria máxima y mínima, precipitación) se obtuvo de los datos diarios de la CNA desde 1912 hasta el 2018, solo se consideraron estaciones que tuvieran al menos 10 años de información completa. Los datos diarios faltantes de las estaciones incompletas se rellenaron con el modelo EPIC, el cual creo estadísticas climáticas diarias los cuales se introdujeron al modelo. La información edáfica se obtuvo de la nueva serie WRB, se realizó un promedio de los suelos en común y se crearon perfiles típicos tomando en cuenta la primera clasificación de suelo. Los parámetros fisiológicos y el manejo del cultivo de cacao fueron ingresados al SWAT, y se obtuvieron a través de los paquetes tecnológicos realizados por los investigadores expertos en el cultivo del INIFAP y productores de la zona.

La cartografía del cultivo se realizó través de la extensión del modelo, llamada ARCSWAT dentro de la interfaz de ArcGIS se realizó la cartografía del rendimiento del cultivo de cacao expresado en t ha^{-1}.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las cuencas de Chiapas y Tabasco fueron las que presentaron potencial productivo. El total de 55,060 URH fueron simuladas de las cuales 18,434 pertenecen a la cuenca de Grijalva Concordia, 22,219 a son de la cuenca Grijalva Villahermosa, 9,545 de Huixtla y Suchiate presento 4,862 URH. El manejo simulado del INIFAP obtiene mayores rendimientos arriba de 2.5 t ha^{-1} en las cuencas de Grijalva Villahermosa, Huixtla y Suchiate. Así como también mayor área simulada 180,017 km^2, mientras que el área simulada con tecnología del productor fue de 169,292 km^2. En el Cuadro 1 se muestra la distribución de la superficie en km^2 con los rendimientos potenciales para producir cacao en las cuencas simuladas.

Cuadro 1. Distribución de la superficie en km^2 y rendimientos potenciales para producir cacao.

		Rendimiento t ha^{-1}					
Manejo	Cuenca	< 0.5	0.5 - 1.0	1.0 -1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	>2.5
INIFAP	Grijalva Concordia	1044	884	2029	1150	3163	
	Grijalva Villahermosa	6878	1496	17638	102810	13972	10296
	Huixtla	1321	1992	4066	4470	983	206
	Suchiate			59	3267	1799	495
Productor	Grijalva Concordia	1136	1205	1625	1439	2	
	Grijalva Villahermosa	7238	13668	78704	41231	4388	
	Huixtla	2028	2177	5573	3053	206	
	Suchiate			1200	3508	911	

La distribución de los rendimientos para producir cacao con tecnología del INIFAP se presenta en la Figura 1, asimismo en la Figura 2 se presentan el rendimiento potencial de cacao con tecnología del productor. En ambos casos los rendimientos oscilan entre 0.01 a 2.74 t ha^{-1}. En el rendimiento simulado con tecnología del INIFAP se observan una mayor área con rendimientos de alto (1.66-2.19 t ha^{-1}) a muy alto (2.20-2.74 t ha^{-1}).

Mientras que en el rendimiento simulado con tecnología del productor el área de rendimiento en su mayoría presenta rendimientos de bajo (0.56-1.10 t ha^{-1}) a medio (1.11-1.65 t ha^{-1}). Estos resultados ofrecen información sobre las ventajas que ofrece llevar un manejo adecuado que en conjunto con las condiciones edafoclimáticas que el cultivo requiere, ayude a incrementar los rendimientos del cultivo. Para el aprovechamiento máximo de las áreas de cultivo.

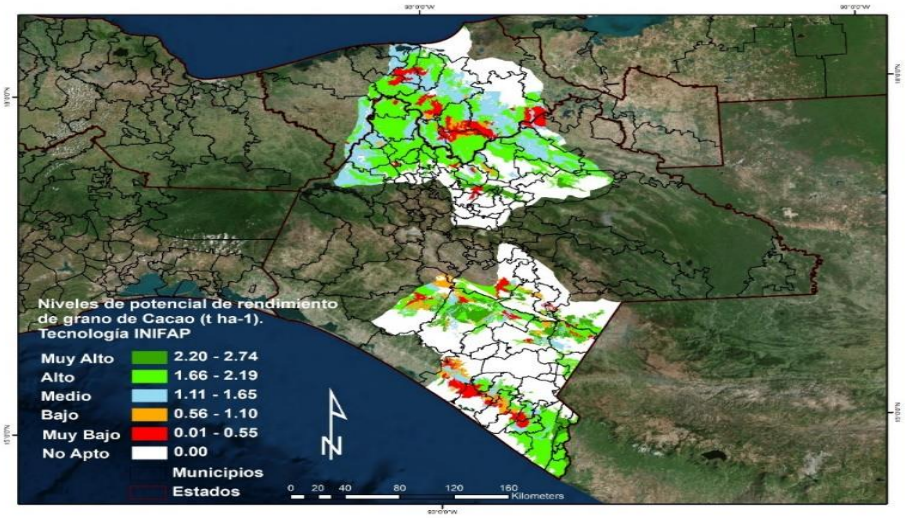


Figura 1. Simulación del rendimiento del cultivo de cacao con tecnología del INIFAP

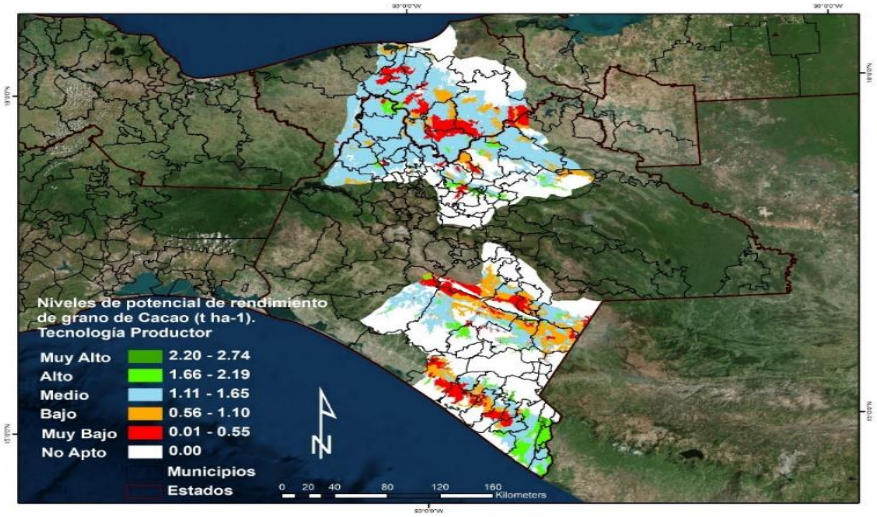


Figura 2. Simulación del rendimiento del cultivo de cacao con tecnología del productor

CONCLUSIONES

La utilidad de estimar los rendimientos con el modelo, nos permite ubicar las áreas con potencial productivo. Lo que da pauta para la toma de decisiones para abrir áreas de cultivo y/o cambiar el manejo para obtener mayores rendimientos y lograr un aprovechamiento potencial de las áreas de cultivo. La metodología descrita en este trabajo nos permitió ubicar zonas de potencial productivo y las diferencias en rendimiento cuantitativo, en cuanto al manejo del cultivo de cacao. Esto ofrece información confiable para realizar cambio o proyecciones en las zonas productoras con el propósito de aumentar el rendimiento del cultivo.

REFERENCIAS

Díaz, J. O.; Aguilar, A. J. J.; Rendón, M. R. and Santoyo, C. V. H. 2013. Current state of and perspectives on cocoa production in Mexico. Cien. Inv. Agr. 40(2):279-289.

Espinosa, G. J. A.; Uresti, G. J.; Vélez, I. A.; Moctezuma, L. G.; Uresti, D. D.; Góngora, G. S. F. Inurreta, A. H. D 2015. Productividad y rentabilidad potencial del café (*Coffea arabica* L.) en el trópico mexicano. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 7(8).2011-2024.

Garg, K.K., Bharati, L., Gaur, A., George, B., Acharya, S., Jella, K., Narasimhan, B. 2011. Spatial mapping of agricultural water productivity using the SWAT model in Upper Bhima Catchment, India. Irrigation and Drainage. 60:1-20.

González, L. V. W. 2005. Cacao en México: competitividad y medio ambiente con alianzas (Diagnóstico rápido de producción y mercadeo). United States Agency International Development. Chemonics International Inc. 93 p.

Inurreta, A. H. D.; García, P. E.; Uresti, G. J.; Martínez, D. J. P. y Ortiz, L. H. 2013. Potencial para producir jatropha curcas l. Como materia prima para biodiesel en el estado de Veracruz. Tropical and Subtropical Agroecosystems.16:325-339.

Narasimhan, B., Srinivasan, R., Arnold, J.G., DiLuzio, M. 2005. Estimation of long-term soil moisture using a distributed parameter hydrologic model and verification using remotely sensed data. American Society of Agricultural Engineers. 48:1101-1113.

Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Williams, J.R. 2005. Soil and Water Assessment Tool.Theoretical Documentation. Backland Research Center. Texas Agricultural Experiment Center. Texas, U.S.A.

Priego, C. G. A.; Galmiche, T. A.; Castelán, E. M.; Ruiz, R. O. y Ortiz, C. A. I. 2009. Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. Universidad y Ciencia. 25(1):39-57.

SIAP (2013) Reportes SIAP, Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera. En: http://www.reportes.siap.gob

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DE LAS LOCALIDADES DEL MUNICIPIO "EL MEZQUITAL, DURANGO"

AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE FAMILY PRODUCTION UNITS OF THE MUNICIPALITY LOCATIONS "EL MEZQUITAL, DURANGO"

Sierra-Zurita, Donaji[1*]; Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1], Julio César Ríos Saucedo[1], Saúl Santana Espinoza[1], Rigoberto Rosales Serna[1]

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital, Durango, Dgo., México. C. P. 34170.
***Autor principal: sierra.donaji@inifap.gob.mx.**

RESUMEN

La producción agrícola en las comunidades del Mezquital del estado de Durango es sumamente importante debido a que la alimentación de las familias depende de los cultivos básicos como el maíz, frijol y calabaza. El objetivo fue elaborar un diagnóstico técnico-productivo de las UPF que integran el PRODETER en el municipio del Mezquital. Para lograr el diagnóstico se llevó a cabo un muestreo aleatorio el cuál consistió de 40 encuestas las cuales se seleccionaron de las listas de beneficiarios del PRODETER. Respecto a los resultados obtenidos se pudo apreciar un panorama general de la producción agrícola del Mezquital, la agricultura en su mayoría es de temporal debido a las condiciones en las que se lleva a cabo, las labores culturales son mínimas debido a los costos de la maquinaria y a su poco acceso. Los productores carecen de asesoría técnica en los temas de fertilización, control de plagas, enfermedades y malezas, aplicando de forma rústica los productos químicos. Por lo anterior mencionado se obtienen bajos rendimientos en sus cultivos enfrentándose a problemas a la hora de la comercialización como baja calidad, bajos precios, poco acceso a zonas de comercialización e intermediarismo. Los resultados obtenidos en este estudio permiten dar un panorama del sistema de producción agrícola y su impacto económico-social del municipio del Mezquital.

ABSTRACT

Agricultural production in the Mezquital communities in the state of Durango is extremely important because the families' diet depends on basic crops such as corn, beans and squash. The objective was to prepare a technical-productive diagnosis of the UPFs that make up PRODETER in the municipality of Mezquital. To achieve the diagnosis, a random sampling was carried out which consisted of 40 surveys which were selected from the lists of PRODETER beneficiaries. Regarding the results obtained, it was possible to appreciate a

general panorama of the agricultural production of the Mezquital, most of the agriculture is seasonal due to the conditions in which it is carried out, the cultural work is minimal due to the costs of the machinery and its little access. The producers lack technical advice on the issues of fertilization, pest control, diseases and weeds, applying chemical products in a rustic way. Due to the aforementioned, low yields are obtained in their crops, facing problems when it comes to marketing such as low quality, low prices, little access to marketing areas and intermediaries. The results obtained in this study allow to give an overview of the agricultural production system and its economic-social impact of the municipality of Mezquital.

INTRODUCCION

El municipio del Mezquital se encuentra al sureste del estado de Durango, ubicado geográficamente a 23° 28´ 22´´ N y 104° 24´40´´ O, con una altitud de 1400 msnm. De acuerdo al CONEVAL (2015) este municipio es considerado una zona con pobreza y pobreza extrema, por lo que se les dificulta la adquisición de alimentos de a canasta básica.

Esta región posee serios problemas de deforestación, problemas de erosión de los suelos y pérdida de fertilidad de los mismos, así mismo la falta de sistemas de captación de agua dan como resultado que la producción agrícola sea escasa y en su mayoría destinada al autoconsumo. Estas condiciones han provocado que las localidades del municipio del Mezquital sean catalogadas como de alta y muy alta marginación y pertenecer a uno de los municipios más pobres del país.

El sector agropecuario en México ha sufrido una serie de cambios y de adaptaciones durante varios años, como la modificación de las condiciones de la tierra, el cambio climático y los cambios en las demandas de la sociedad. Las condiciones en que se desarrolla la agricultura en México, tanto como de temporal como de riego, determinan también su vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos (SAGARPA, 2012).

De acuerdo al SIAP (2019) el municipio del Mezquital el ciclo anterior su producción de temporal fue maíz grano, maíz forrajero en verde, avena forrajera en verde, sorgo forrajero y frijol.

El fortalecimiento de las Unidades de Producción Familiar (UPF) dependerá del establecimiento de los diferentes proyectos productivos, así como de la asistencia técnica que los productores reciban durante el proceso de trabajo. Este fortalecimiento tiene la finalidad de contribuir a la mejora de los ingresos de los pobladores del Mezquital.

Este trabajo tuvo la finalidad de poder realizar un diagnóstico de las UPF de la cadena principal y secundarias de las localidades del Mezquital beneficiarias del Proyecto de Desarrollo Territorial (PRODETER).

MATERIALES Y METODOS

Para realizar la caracterización del sistema de producción agrícola en el municipio del Mezquital en el estado de Durango, se muestrearon 22 comunidades las cuales eran beneficiarios de Proyecto de Desarrollo Territorial (PRODETER) gestionado por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Considerando que la población estaba constituida por 363 productores que integraban al PRODETER, el tamaño de muestra correspondió a 40 encuestas, LAS Unidades de Producción Familiar (UPF) se seleccionaron de forma aleatoria. La información se obtuvo mediante la aplicación diseñada por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)-Desarrollo Rural. Para lograr la caracterización de las UPF la encuesta constó de nueve módulos: 1) Datos del productor, 2) Unidad de producción, 3) Granos (frijol, trigo, maíz, sorgo, ajonjolí y cacahuate, 4) Caracterización de hortalizas, 5) Caracterización de frutales, 6) Actividad apícola, 7) Actividad pecuaria, 8) Infraestructura, maquinaria y equipo y 9) Comercialización. La información obtenida fue analizada mediante una base de datos la cual fue procesada por el SIAP.

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los datos obtenidos las Unidades de Producción Familiar están conformadas por todos los integrantes de la familia, los cuales un 52.5 % son mujeres y el 47.5 % son hombres; la edad promedio es de 35.3 años para las mujeres y 36.6 años para hombres.
Los principales cultivos que se siembran en esta región es agave (19.1 ha), seguido de maíz (7.3 ha), frijol (1.1 ha) y calabaza (0.5 ha) (Figura 1).

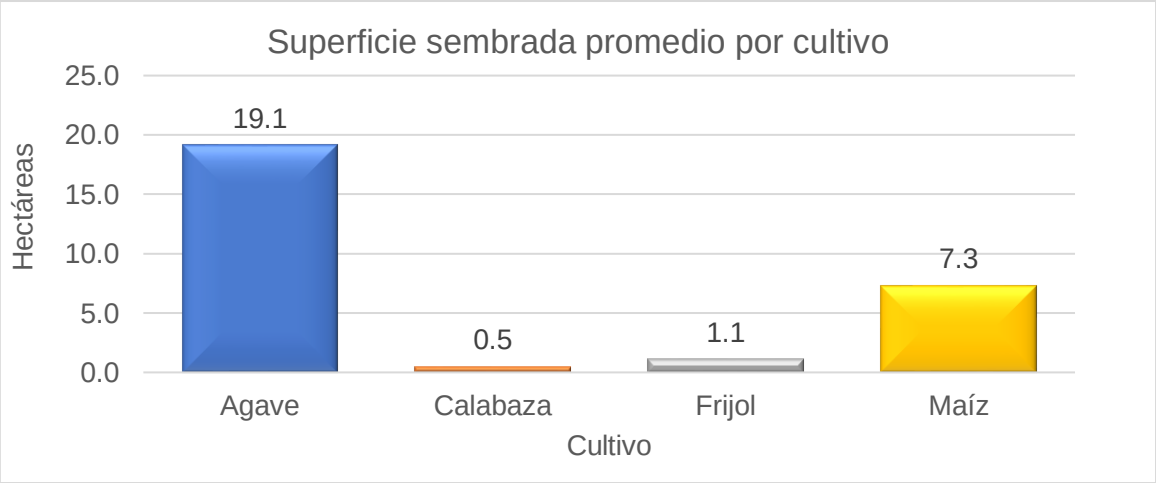


Figura 1. Superficie promedio sembrada por cultivo en la región del Mezquital.

La siembra que se emplea es la tradicional y de temporal en su totalidad, para la preparación del suelo se realiza barbecho (37.5 %), rastra (27.5 %), surcado (25 %), subsoleo (5 %), desvare y nivelación (2.5 %), el método de siembra es en surcos a una hilera. La mayor dificultad con la que se enfrentan los productores durante las actividades para la preparación del suelo, es la de los costos de la maquinaria además del poco acceso a contar con equipo como son tractores e implementos.

La superficie que se destina para la producción agrícola en promedio cada productor tiene 11.6 Ha dedicadas a la agricultura de temporal y 1.2 Ha para riego. Las fechas de siembra predominas los meses de marzo, junio y julio. El tipo de semilla que utilizan los productores para las actividades agrícolas como la siembra de maíz es principalmente criolla, producida, seleccionada y almacenada del ciclo productivo anterior.

Debido a sus condiciones económicas de las UPF no realizan ningún tipo de análisis para determinar la fertilidad de los suelos, aplicando solo el 50 % de los encuestados fertilización química granulada con urea y sulfato de amonio sin tener conocimiento de fechas de aplicación, así como dosis y realizan la fertilización de manera rudimentaria.

Respecto a las plagas que mayormente se presentan en el cultivo de maíz se tiene que es el gusano cogollero con una presencia del 50 % de la siembra, empleando productos como cipermetrina e insectil de 1 a 4 L ha^{-1} para el control de esta plaga.

Las malezas que se presentan con mayor frecuencia en el cultivo son las de hoja ancha y en menor porcentaje la de hoja delgada, los productores emplean en su mayoría productos químicos para su control (66.7 %) y muy pocos emplean el control cultural (11.1 %). Encontrándose que productos químicos como el esteron es el que se utiliza mayormente en el ciclo de producción O-I, mientras que para el ciclo P-V utilizan gramoxone y hierbamina.

Respecto a la cosecha la actividad que realizan con mayor frecuencia es la pizca, seguida del moneo, el acarreo y doblado de mazorca. El desgrane del maíz se realiza manual en ambos ciclos productivos, para la conservación de los granos emplean tapancos, tambos herméticos y costales que posteriormente son almacenados en sus casas. Durante el ciclo productivo 2019 se cosecharon maíz blanco (55 %), maíz amarillo (5 %), maíz azul (10 %), frijol variedad pinto (15 %) y cacahuate (5 %).

Dentro de los subproductos de cosecha que aprovechan están el esquilmo, paja y/o rastrojo para la alimentación del ganado con el que cuenta cada UPF.

De acuerdo a los indicadores productivos de los cultivos establecidos en la región del Mezquital el año pasado en maíz, frijol, calabaza y agave se obtuvieron rendimientos de 230.76 ton en maíz, 51.5 ton en agave, 2 ton en calabaza y 0.8 ton en frijol; con precio en el medio rural de $4,287.10 por tonelada en maíz, $3,000.00 por tonelada en agave, $5,000.00 por tonelada de calabaza y $15,000.00 por tonelada de frijol.

En cuanto al destino de la producción el volumen total en agave es destinado a la comercialización; mientras que para el frijol 0.4 ton son destinadas para autoconsumo, 0.5 ton para el ganado, 0.9 ton destinada al mercado local y 0.2 ton para la comercialización; para el maíz 6.8 ton son destinadas para autoconsumo, 17.5 ton para la alimentación del ganado, 0.8 ton al mercado local y 0.4 ton a la comercialización (Figura 2).

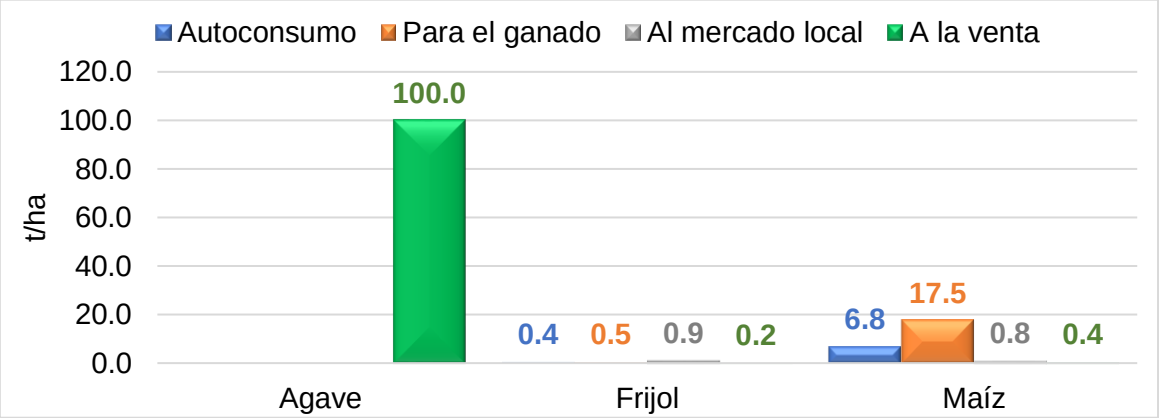


Figura 2. Destino de la producción agrícola

Como principales problemas a los que se enfrentan los productores en el área de la comercialización de sus productos se encuentran: precio bajo de venta, puntos de venta distantes, baja producción, intermediarismo, castigo de bajos precios a causa de la mala calidad y la alta oferta y el pago impuntual de los compradores.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la información obtenida del diagnóstico se pudo observar que el sistema de producción familiar en las localidades del Mezquital es tradicional, en su mayoría la producción de maíz y frijol la destinan al autoconsumo siendo el agave destinado en su totalidad a la comercialización. Los costos de los servicios de maquinaria y la poca accesibilidad a implementos los limita para la facilidad de las labores de sus terrenos. Cuentan con poca o nula asesoría técnica para la producción de sus cultivos. Además de que desconocen sobre el manejo y control de plagas y enfermedades, así como de temas de fertilización y control de malezas. Al momento de la comercialización las UPF se enfrentan a muchos problemas desde sociales a técnicos, lo cual limita las cadenas de comercialización de sus productos.

REFERENCIAS

CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2015. Disponible en: www.coneval.org.mx.

SAGARPA. (2012). México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i4093s.pdf.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020a. Producción agrícola: Cierre de la producción agrícola (2019). Disponible en: https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119.

UN ESTUDIO EXPLORATORIO PARA OPTIMIZAR LA ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA EN FORRAJE DE MAÍZ PARA ENSILAJE

AN EXPLORATORY STUDY TO OPTIMIZE DRY MATTER ACCUMULATION IN FORAGE MAIZE FOR SILAGE-MAKING

Ramírez-Gutiérrez, D.E.[1], E. Medina Núñez[2,3], L. Loza Gutiérrez[2], J. J. Olmos Colmenero[1] y O. I. Santana[4*]

[1] Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara. Tepatitlán de Morelos, Jal.
[2] Departamento Técnico de la UCCA S.C. de R.L. Encarnación de Díaz, Jal.
[3] Escuela Nacional de Lechería Sustentable SPR de RL. San Juan de los Lagos, Jal.
[4] INIFAP Campo Experimental Pabellón. Pabellón de Arteaga, Ags.
***Autor de correspondencia: santana.omar@inifap.gob.mx**

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la acumulación de materia seca (AMS) por componente de la planta, el contenido y producción de nutrientes en forraje de maíz para ensilaje. El estudio fue realizado en una localidad de los Altos de Jalisco utilizando un diseño en parcelas divididas con cuatro repeticiones; en donde la parcela principal fueron cinco híbridos y la sub-parcelas fueron nueve cortes a partir del día 10 post-floración (C1) y después en intervalos de siete días (C2 al C9). En cada corte, ocho plantas en cada UE fueron separadas en hoja, tallo, totomoxtle, espiga, olote y grano para determinar la AMS. Posteriormente, la planta completa fue reconstituida para calcular rendimiento de forraje seco (RFS) y analizar composición bromatológica. Se detectó interacción entre corte e híbrido para la AMS ya que los híbridos difirieron entre sí en contenido de MS a través de los cortes. El contenido de FDN se diluyó a medida que se avanzó en los cortes, lo cual estuvo asociado a la mayor acumulación de carbohidratos no fibrosos y almidón a partir del C4 en respuesta al incremento en la proporción grano:planta. El RFS entre corte aumentó a razón de 1.5, 4.7 y 2.7 t/ha conforme se avanzó del C1 al C7, C7 al C8 y C8 al C9, respectivamente. Aquellos híbridos con mayor proporción hoja:tallo tuvieron más concentración de energía neta de lactancia posiblemente asociado a mayor digestibilidad de la FDN en hojas que en tallo. En conclusión, los hallazgos indican que a partir del C8 y que a medida que avanzó la madurez se acumuló más grano y hubo mayor producción de nutrientes dependiendo del híbrido utilizado.

ABSTRACT

Aim of this study was to assess dry matter accumulation (DMA) by plant component, content and yield of nutrients in forage maize for silage-making. The study was conducted in a locality of Altos de Jalisco using a four-replicated split-plot experimental design, in which five hybrids were the main plot and the sub-plots were nine cuts from day 10 post-flowering (C1) and subsequently 7-day interval (C2 to C9). At harvest time, whole-plants were cut and separated by component to determine DMA on tassel, leaves, stalk, husk, cob, and kernel. After drying, whole-plant was reconstituted to calculate DM yield and for analysis of chemical composition. There was an interaction between cut and hybrid due to whole-plant DMA differed among hybrids through cuts. Content of neutral fiber detergent (NDF) was diluted moving across cuts, which was associated to the greater proportion of kernel as part of the whole-plant. Dry matter yield increased 1.5, 4.7, and 2.7 t/ha when cutting from C1 to C7, C7 to C8, and C8 to C9, respectively. Nutrient yield was maximized as DMA was higher; however, hybrid affected this response and those with greater proportion of leaves:stalk had greater net energy of lactation. This latter likely associated to a greater NDF digestibility on leaves compared to stalk. In

conclusion, our findings indicated that optimal harvest began from C8 and later stages leading to greater kernel proportion and overall nutrient production depending of hybrid used.

INTRODUCCION

En los Altos de Jalisco, el ensilaje de maíz es el principal forraje utilizado en las dietas de vacas lecheras, en donde puede representar hasta el 60% de la materia seca (MS) de la ración (Olmos et al., 2017). El remanente esta compuesto mayormente por grano de maíz y se complementa con concentrados proteicos, lo que resulta en altos costos de alimentación y la acumulación de nutrientes. Por otra parte, en los Altos de Jalisco aún es frecuente la práctica de cosechar "tierno" el forraje de maíz y en la región el contenido de MS al corte oscila alrededor del 30% (UCCA, 2018). Lo anterior va en detrimento de la acumulación de grano en la planta, y aunque se puede conseguir una ligera mayor digestibilidad de la fibra, esta no compensa la energía que se puede obtener con mayor acumulación de grano al cosechar en estados más avanzados (Bedrosian et al., 2012). Al respecto, el disminuir la importación de grano de maíz (rolado o molido) y obtenerlo a través del ensilaje, es la opción más sustentable para mantener viable en el largo plazo el sistema de producción de leche en los Altos de Jalisco. Por consiguiente, es necesario explorar los momentos de corte óptimos y como estos influyen en la proporción de grano y contenido nutricional en diferentes híbridos de maíz. La hipótesis de este trabajo fue que la acumulación de materia seca en maíz forrajero se asocia a una mayor proporción de grano:planta, y que esta puede incrementar conforme avanza su estado del madurez dependiendo del híbrido utilizado. Por consiguiente, el objetivo fue la acumulación de materia seca y valor nutricional a diferentes estados de madurez de cosecha en la planta del maíz en cinco híbridos utilizados en los Altos de Jalisco.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en un predio localizado en los 21º17'40" LN y 102º18'01" LO a una altitud de1838 msnm, el cual se ubica en el municipio de San Juan de los Lagos, Jalisco. Se utilizó un diseño en parcelas divididas con cuatro repeticiones, en donde la parcela principal fue el híbrido (n = 5) y la sub-parcelas fueron los cortes (n = 9) a partir del día 10 post-floración y después en intervalos de 7 días. La unidad experimental (UE) fue de un surco a distancia de 0.75 m y 5 m de largo. La siembra ocurrió de forma manual el 2 de junio de 2018 en suelo seco a una densidad de 100 mil semillas/ha. La preparación del terreno incluyó un paso de subsuelo, dos pasos de rastra cruzados y desmenuzado de los terrones. La fertilización de fondo fueron 4.0 t/ha de composta con 1.1% de N y 200 kg/ha de nitrato de amonio vía ferti-riego en el día 35 post-siembra. El riego se aplicó con goteo superficial a una frecuencia de dos veces por semana para cumplir o exceder el 100% del requerimiento de evaporación potencial (EV_0). Los híbridos que se incluyeron en el presente estudio fueron aquellos sobresalientes en una evaluación local realizada en el año inmediato anterior: DK-2061 (Dekalb; H1), Noble (Aspros; H2), Antílope (Asgrow; H3), NB-21 (Novasem; H4) y XR-60 (Ceres; H5). Todos los híbridos seleccionados fueron de grano blanco dentado o semi-dentado y de ciclo intermedio, con excepción del H5 que fue intermedio-precoz.

Al momento de cada corte, aleatoriamente en cada UE se cortaron a 30 cm sobre nivel del suelo ocho plantas (sub-muestras). El objetivo de esta forma de muestreo fue minimizar el efecto en las UE adyacentes el tener menor competencia de luz al cortar el total de plantas. Cada planta fue separada *in situ* en sus componentes (n = 6) espiga, tallo, hoja, totomoxtle y mazorca en las que se registró individualmente su peso fresco; en el caso de la mazorca, esta se desgrano después del secado y se separó en grano y olote. Los componentes se secaron en estufa de aire forzado a 55ºC hasta peso constante. Después del secado se registró el peso para determinar contenido de MS en cada componente. El peso seco de planta completa fue calculado después de reconstituir el peso fresco y seco de planta completa a partir de los

pesos obtenidos en cada componente en cada sub-muestra. Para calcular el rendimiento de forraje seco (RFS; t/ha) se promediaron los valores reconstituidos de planta completa (n = 8) y el RFS se estimó a partir del número total de plantas contadas en cada UE respecto al número total de plantas/ha. Posteriormente, se obtuvo una muestra compuesta de planta completa por UE y se molió a un tamaño de partícula de 1 mm (Retsch SR 300, Staufen, Alemania) para su posterior análisis de composición bromatológica y contenido de almidón.

Análisis. Las muestras se analizaron en un laboratorio comercial (UCCA, San Juan de los Lagos, Jal). Una sub-muestra se utilizó para determinar MS absoluta a 105ºC por 24 h y subsecuentemente para determinar cenizas a 550ºC por 6 h (Método 942.05, AOAC, 2016). El contenido de FDN se determinó en una muestra secada a 55ºC que se analizó utilizando $\propto$-amilasa y sulfito de sodio en el analizador de fibras (A200, Ankom Technlology, Macedonia, NY); después el contendido de FDN fue corregido con el porcentaje de MS absoluta. El contenido total de N se determinó utilizando el método de Dumas mediante combustión en seco (FP-528, Leco Instruments, St. Joseph, MO) y la PC fue calculada como % de N x 6.25. El extracto etéreo (EE) se determinó con hexano utilizando el Goldfisch (Método 922.06, AOAC, 2016). El contenido de carbohidratos no fibrosos (CNF) se calcularon por diferencia (NRC, 2001). Finalmente, el contenido de almidón se analizó por duplicado mediante la técnica enzimática-colorimétrica en la que se fracciona el almidón y la glucosa libre utilizando $\propto$-amilasa y glucosa-peroxidasa (Hall, 2015)

Análisis estadísticos. Los datos fueron analizados en R (R Studio Inc., Boston, MA) y todas las variables se ajustaron al siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + H_j + \delta_j + C_k + (H \times C)_{jk} + E_{ijk}$$

En donde Y es la variable respuesta, μ es la media general, *A* es el efecto aleatorio de la repetición i (i = 1 a 4), H es el efecto fijo del híbrido j (j = 1 a 5), δ es el error experimental asociado a la parcela principal, C es el efecto fijo del corte k (k = 1 a 9), H×C es la interacción entre el híbrido j y el corte k, y E_{ijk} es el error residual. Se utilizó la función *aov* para el análisis de varianza y el paquete *emmeans* para obtener las medias de cuadrados mínimos que se reportan en todos los cuadros. Se probaron contrastes polinómicos con la función *list(~poly)* para detectar efectos lineares, cuadráticos y cúbicos en corte; y la función *list(~pairwise)* para separar las medias cuando se detectó diferencias en híbridos. La significancia estadística fue declarada a $P \leq 0.05$ y tendencias $0.05 < P \leq 0.10$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las características fisiológicas de la planta en cada corte se presentan en el Cuadro 1. El 100% de la inflorescencia en todos los híbridos ocurrió alrededor del día 74 post-siembra, lo cual es esperado en híbridos de ciclo intermedio en la región de Altos de Jalisco. Se detectó una interacción ($P < 0.01$) entre corte e híbrido (CxH) en el contenido de MS de planta completa debido a que los híbridos difirieron entre sí en sus tasas de acumulación de MS (AMS) a diferente corte (Figura 1-1). Sin embargo, el estado de madurez del grano fue idéntico en todos los híbridos en cada corte independientemente del contenido de MS en la planta. Es probable que lo anterior estuviera asociado al grado de expresión del '*stay-gren*' en cada híbrido, en los cuales la madurez del grano avanza a menor contenido de MS de la planta (Kosgey et al., 2013). Como esperado, el contenido de MS se incrementó conforme se avanzó en los cortes; los efectos cúbicos detectados ($P < 0.01$) se debieron a que el contenido de MS fue similar en C1 y C2 para después incrementar del C3 al C7 y similar del C8 al C9.

Como se aprecia en el Cuadro 1, del C1 al C3 las mayores proporciones de la planta fueron hoja y tallo que mostraron un efecto cuadrático ($P < 0.01$); lo anterior debido a que el

porcentaje de ambos componentes decreció a partir del C4. El efecto de híbrido fue significativo ($P < 0.01$) para el porcentaje de tallo, en donde el H3 tuvo menor proporción de tallo comparado a sus contrapartes. La interacción CxH fue significativa ($P = 0.02$) para el porcentaje de grano debido a que todos los híbridos tuvieron similar proporción del C1 al C3 pero difirieron entre sí a partir del C4 (Figura 1-2). Lo anterior sugiere que hay híbridos que alcanzan su potencial de producción de grano a diferente contenido de MS de la planta. En general, el corte tuvo un efecto cuadrático ($P < 0.01$) en el porcentaje de grano y su tasa de acumulación de C4 al C6 difirió de la observada de C7 a C9 (Figura 1-2). Por otra parte, y aunque se detectaron efectos de corte e híbrido, los demás componentes como espiga, olote y totomoxtle tuvieron menor proporción en la MS total de la planta y su porcentaje se mantuvo casi constante a través de los nueve cortes.

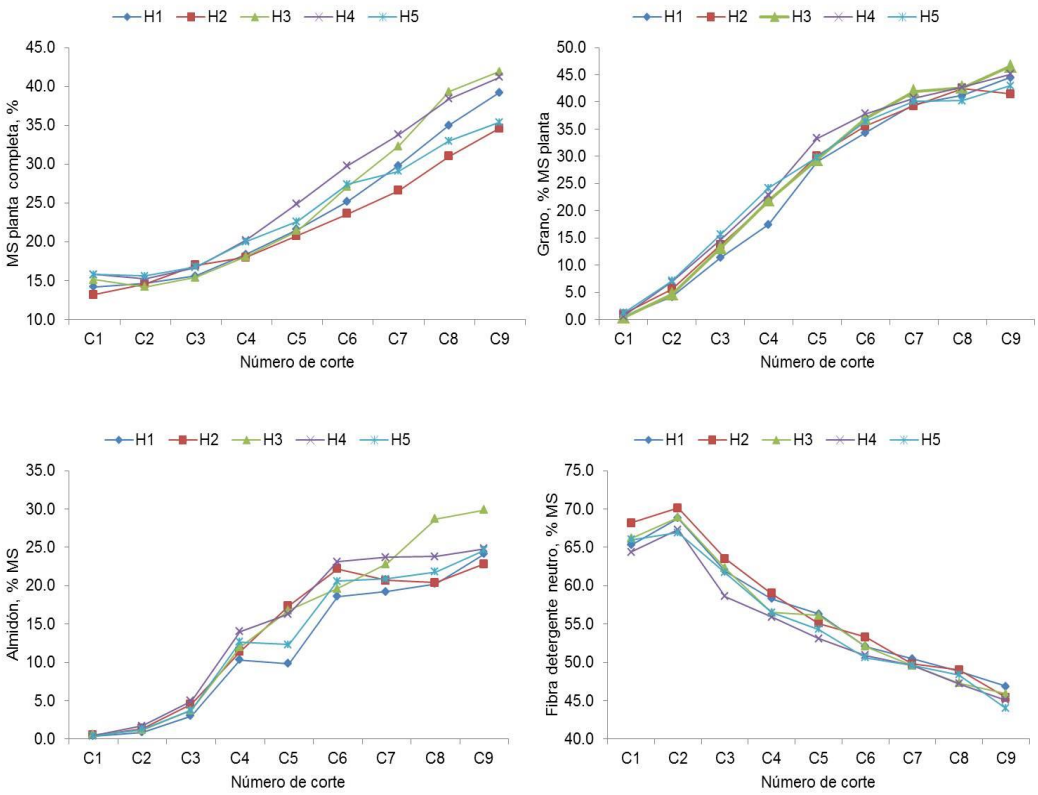


Figura 1. Gráficos de interacciones (comenzando en la esquina superior izquierda en sentido de las manecillas del reloj): Figura 1-1 Contenido de MS de la planta completa; Figura 1-2 Porcentaje de grano en la MS de la planta completa; Figura 1-3 Contenido de FDN en la MS de la planta completa; Figura 1-4 Contenido de almidón en la planta completa.

La composición química de la planta completa se presenta en el Cuadro 1. La interacción CxH fue significativa para el contenido de cenizas, EE y PC (todas $P < 0.01$). Sin embargo, estas variables tienden a ser constantes entre híbridos y las diferencias detectadas entre cortes serían atribuibles al poder estadístico y pueden no ser biológicamente trascendentes; por lo tanto, se omite discusión al respecto. Se detectó interacción CxH ($P < 0.01$) en el contenido de FDN debido a que todos los híbridos – en diferente medida – exhibieron variación a través de los nueve cortes (Figura 1-3). Por ejemplo, el H5 fue el que presentó mayor fluctuación en su contenido de FDN, mientras que el H4 tendió a mantener bajo contenido de FDN. Lo anterior parece estar asociado con la proporción de hoja:tallo, ya que los híbridos con menor proporción de tallo fueron los que tuvieron menor contenido de FDN. Un meta-análisis reportó que los híbridos de hoja abundante (*leafy* en inglés) se asocian con menor contenido de FDN y en los que la fracción de FDN digestible es superior (Ferrareto et al., 2015). El contenido de

FDN a través de cortes exhibió un efecto cúbico ($P < 0.01$) al tener un repunte del C1 al C2 y después decrecer gradualmente del C3 al C6 y similares del C7 al C9. Lo anterior puede estar asociado a un efecto de dilución al incrementarse la concentración de CNF, los cuales también exhibieron un efecto cúbico ($P < 0.01$) conforme avanzo el número de cortes.

Cuadro 1. Variables agronómicas, acumulación de materia seca por componente, composición química y producción de nutrientes de cinco híbridos de maíz cosechados a nueve diferentes contenidos de materia seca.

	Corte[1]										Valor[2] P		
Variable	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	EEM	C	H	C x H
Días al corte	84	93	100	107	114	121	128	135	142	-	-	-	-
Unidades calor acumuladas	889	992	1,052	1,122	1,193	1,266	1,329	1,397	1,470	-	-	-	-
Madurez del grano	R0	R0	R1	R1	R2	R2	R3	R4	R4-R5	-	-	-	-
MS planta completa, %	14.8	14.8	16.3	18.9	22.3	26.6	30.3	35.3	38.5	0.40	L, Q	< 0.01	< 0.01
Componente, % de la MS													
Espiga	1.8	1.7	1.3	1.2	1.0	0.9	0.9	0.8	0.6	0.04	L, Q	< 0.01	0.83
Hoja	47.3	37.4	31.3	31.5	29.3	27.7	26.3	25.1	23.2	0.64	L, Q	0.16	0.52
Tallo	37.5	32.3	32.4	26.7	23.0	20.6	18.7	18.8	19.5	0.58	L, Q	< 0.01	0.72
Olote	2.9	8.9	8.8	7.8	7.3	6.9	6.6	6.4	6.4	0.17	L, Q, C	< 0.01	0.14
Grano	0.7	5.8	13.7	21.6	30.4	36.1	40.3	41.8	44.1	0.44	L, Q	< 0.01	0.02
Totomoxtle	9.8	13.9	12.5	11.2	9.0	7.8	7.2	7.1	6.2	0.24	L, Q, C	< 0.01	< 0.01
Composición química, % MS													
Cenizas	8.8	8.4	8.0	7.5	7.1	6.5	6.4	6.4	5.6	0.07	L, Q	< 0.01	< 0.01
Fibra detergente neutro	66.0	68.4	61.6	57.2	55.0	51.8	49.8	48.1	45.4	0.22	L, Q, C	< 0.01	< 0.01
Proteína cruda	9.2	8.8	8.2	8.5	8.2	8.1	7.9	7.8	8.3	0.04	L, Q	< 0.01	< 0.01
Grasa cruda	2.9	2.5	2.1	2.0	2.3	2.5	2.7	2.8	2.8	0.04	L, Q, C	< 0.01	< 0.01
Carbohidratos no fibrosos	13.1	11.9	20.1	24.8	27.4	31.1	33.2	34.9	37.9	0.24	L, Q, C	< 0.01	< 0.01
Almidón	0.5	1.3	4.0	12.1	14.5	20.8	21.5	23.0	25.3	0.26	L, Q	< 0.01	< 0.01
TND[3]	61.8	61.2	62.4	63.5	64.6	66.2	66.5	67.1	68.3	0.11	L, Q, C	< 0.01	< 0.01
EN_L[3], Mcal/kg de MS	1.39	1.37	1.41	1.43	1.46	1.50	1.51	1.52	1.55	0.00	L, Q, C	< 0.01	< 0.01
Rendimientos													
RFS planta completa, t/ha	13.3	14.3	16.2	19.1	21.1	23.5	23.9	28.6	31.3	0.58	L, Q	< 0.01	0.30
EN_L, Gcal/ha	18.6	19.7	22.8	27.5	30.8	35.3	36.1	43.6	48.6	0.88	L, Q	< 0.01	0.18
TND, t/ha	8.2	8.8	10.1	12.1	13.6	15.5	15.9	19.2	21.4	0.39	L, Q	< 0.01	0.19

[1] Corte: C1 a los 84 días del cultivo (10 días post-floración) y subsecuentemente a 7 días entre corte de C2 a C9. [2] C = corte: efecto ($P < 0.05$) lineal (L), cuadrático (Q) y/o cúbico (C); H = efecto híbrido; CxH = interacción entre corte e híbrido. [3] TND = total de nutrientes digestibles, EN_L = energía neta de lactancia; ambos calculados conforme a las ecuaciones 2-5 y 2-11, respectivamente, del NRC (2001).

La interacción CxH fue significativa ($P < 0.01$) en el contenido de almidón debido a que todos los híbridos exhibieron variaciones a través de los nueve cortes (Figura 1-4). Además, la interacción CxH afectó ($P < 0.01$) el total de nutrientes digestibles (TND) y en consecuencia la concentración de energía neta de lactancia (EN_L; Cuadro 1). En general los híbridos que exhibieron menor porcentaje de FDN (Figura 1-2) y mayor contenido de almidón (Figura 1-4) fueron sobresalientes en TND y EN_L. Los resultados de TND y EN_L sugieren que cada híbrido alcanzó su potencial nutricional a diferente contenido de MS al corte. Lo anterior se asocia a la re-movilización de nutrientes que ocurre entre las hojas y el grano hacia la etapa de madurez fisiológica, lo que influye en las digestibilidades de la FDN y del almidón y ello a su vez en la concentración de TND y EN_L (Bedrosian et al., 2012; Kosgey et al., 2013).

En cuanto al rendimiento de forraje seco (RFS; t/ha), producción de EN_L (Gcal/ha) y TND (t/ha) no se detectaron interacciones. La variable RFS exhibió un efecto cuadrático ($P < 0.01$) debido a que esta se incrementó gradualmente a razón de 1.5 t/ha entre cada corte del C1 al C7 comparado a 4.7 t/ha del C7 al C8 y 2.7 t/ha del C8 al C9. Cabe mencionar que el incremento en RFS estuvo principalmente asociado a una mayor acumulación de grano, ya que este fue el único componente que incrementó como porcentaje de la MS de la planta independientemente del híbrido probado. Al respecto, el híbrido afectó ($P < 0.01$) el RFS y el H4 fue el único que difirió de sus contrapartes al exhibir menor RFS en los nueve cortes. La producción de EN_L y de TND mostraron efecto cuadrático (ambos $P < 0.01$) que siguió una tendencia similar al observado en RFS, lo que se atribuye a diluir la concentración de EN_L y TND en el RFS. Similar a lo anterior fue para el efecto de híbrido ($P < 0.01$) en la producción de EN_L y TND, en donde el H4 tuvo las menores producciones en respuesta a su bajo RFS.

CONCLUSIONES

En el presente estudio, el incremento en acumulación de MS a medida que avanzó el momento de corte se debió a un mayor contenido de grano que diluyó los demás componentes de la planta de maíz. Sin embargo, los hallazgos sugieren que lo anterior aplica diferente dependiendo del híbrido utilizado ya que hubo materiales que tuvieron su óptimo de rendimiento y porcentaje de grano a diferente contenido de MS. Por lo tanto, la calidad forrajera del maíz se vio afectada por las interacciones entre el momento de corte e híbrido; en donde aquellos híbridos que alcanzaron el *plateau* de contenido de almidón más rápido además tuvieron la ventaja de tener mayor contenido de TND, EN_L y muy posible de FDN digestible. Los hallazgos indican que se puede optimizar aún más la producción de maíz forrajero al afinar la selección de híbridos élite por características de tallo y/o grano.

REFERENCIAS

AOAC International. 2016. Official Methods of Analysis. 20th ed. Association of Official Analytical Chemists., Washington, DC.

Bedrosian, M. C., K. E. Nestor Jr., and L. Kung Jr. 2012. The effects of hybrid, maturity, and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. J. Dairy Sci. 95:5115-5126.

Ferrareto, L. F. and R. D. Shaver. 2015. Effects of whole-plant corn silage hybrid type on intake, digestion, ruminal fermentation, and lactation performance by dairy cows through a meta-analysis. J. Dairy Sci. 98:2662-2675.

Hall, M. B. 2015. Determination of dietary starch in animal feeds and pet food by an enzymatic-colorimetric method: Collaborative study. J. AOAC International. 92(2):397-409.

Kosgey, J. R., D. J. Moot., A. L. Fletcher, and B. A. McKenzie. 2013. Dry matter accumulation and post-silking N economy of 'stay-green' maize (*Zea mays* L.) hybrids. European J. Agron. 51(10):43-52.

NRC. 2001. Nutrient requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press., Washington, DC.

Olmos, C. J., Ramírez, V. H., Heredia, N. D., and Gómez, R. V., 2017. Retos y oportunidades para los sistemas de producción de leche de la región Altos de Jalisco: Diagnóstico de la región Altos Sur de Jalisco. Centro Universitario de los Altos, México. p 337-346.

UCCA, 2018. Calidad de forrajes-ensilaje de maíz. Escuela de lecheros. San Juan de los Lagos, Jalisco. Pp: 1-5.

RESPUESTA DE TRES VARIEDADES DE GARBANZO A DOS FUNGICIDAS APLICADOS AL SUELO: RENDIMIENTO DE GRANO

YIELD RESPONSE OF THREE CHICKPEA VARIETIES TO TWO FUNGICIDES APPLIED TO THE SOIL

Pedro F. Ortega-Murrieta, Pedro F.[1*]; Gustavo A. Fierros-Leyva[1], Isidoro Padilla Valenzuela[2], Brenda Z. Guerrero Aguilar[3], Jorge A. Acosta-Gallegos[3]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP, Campo Experimental Costa de Hermosillo, [2]INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug, [3]INIFAP, Campo Experimental Bajío. *Autor principal: ortega.pedro@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se evaluaron dos fungicidas para el control de enfermedades de la raíz causadas por *Fusarium* spp y tres variedades de garbanzo en sistema de riego por goteo en el ciclo 2018-2019 en el Campo Experimental Costa de Hermosillo, en terreno infestado naturalmente con 1400 unidades formadoras de colonia (UFC) de *Fusarium* spp. Se evaluaron los fungicidas AM, azoxystrobin + metalaxyl-M (27.73% + 10.66%) y TCMTB, 2-Tiocianometiltiobenzotiazol 20%, en dosis comercial de 0.6 L ha^{-1} y 3.0 L ha^{-1}, respectivamente, y un testigo sin aplicación. Las variedades utilizadas fueron Mazocahui, Blanco Sinaloa-92 y Blanoro. Se usó el diseño experimental de parcelas divididas con cuatro repeticiones por tratamiento; la parcela grande fueron los fungicidas. Los resultados de rendimiento de grano detectaron alta significancia estadística ($p \leq 0.01$) entre los fungicidas evaluados, las variedades y la interacción de estos tratamientos. En el calibre de grano se detectó significancia estadística altamente significativa solo entre las variedades. Sobresale el tratamiento de TCMTB con la variedad Mazocahui, que presentó el más alto rendimiento de grano, tamaño de grano más grande y mayor cantidad de grano de calidad de exportación.

ABSTRACT

Two fungicides were evaluated for the control of root diseases caused by *Fusarium* spp using three chickpea varieties under drip irrigation system in the 2018-2019 crop season at the Costa de Hermosillo Experiment Station INIFAP; the soil was naturally infested with 1,400 colony-forming units (CFU). of *Fusarium* spp. The fungicides AM, azoxystrobin+metalaxyl-M (27.73% +10.66%) and TCMTB, 2-Thiocyanomethylthiobenzothiazole (20%), were evaluated in commercial doses of 0.6 L ha^{-1} and 3.0 L ha^{-1}, respectively, plus a check without application. The varieties evaluated were Mazocahui, Blanco Sinaloa-92 and Blanoro. An experimental design of split plots was used with four replications; the large plots were the fungicides. The statistical analysis of grain yield detected high statistical significance ($p \leq 0.01$) among fungicides, varieties and the interaction of these treatments. Regarding the grain caliber, highly significant statistical significance was detected among varieties. The treatment of TCMTB with the use of Mazocahui showed the highest grain yield, grain size and export grain.

INTRODUCCION

En México, en las regiones del noroeste y del Bajío se reporta la presencia de marchitamientos y pudriciones en el cultivo del garbanzo, síntomas que se asocian a infecciones provocadas por hongos de las especies *Fusarium oxysporum, Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* y *Macrophomina phaseolina* (Ramírez-S, 2012; Acosta-G. *et al*., 2016; Fierros-L. 2019). Los estudios realizados en áreas de la región noroeste de México indican que la marchitez del garbanzo está presente en la mayoría de los suelos de la Costa de Hermosillo y región Sur de Sonora y causan pérdidas de producción en alrededor del 60% (Morales-G. *et al*., 2004),

Entre las enfermedades que limitan seriamente la producción de garbanzo se encuentra la fusariosis vascular que es causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* y *F. solani.* En las regiones garbanceras de España se reportan pérdidas del 10 al 15% por infecciones que provoca este hongo y en otros países entre 10 y 90 % (Landa *et al*.*,* 2006; Sharma y Muehlbauer, 2007). Sin embargo, la marchitez por las especies de *Fusarium* puede causar pérdidas del 100%, cuando el cultivo está expuesto a condiciones adversas como el calor o por estrés de agua durante la fase reproductiva y el desarrollo de la cápsula (Landa *et al*.*,* 2006; Arvayo O., 2011).

En la producción de garbanzo a nivel mundial, el uso de cultivares resistentes a los patógenos colonizadores del suelo, ha sido la estrategia más práctica y eficiente para asegurar el control de enfermedades que dichos patógenos inducen y su vez asegurar la productividad del cultivo, pero la eficiencia de los cultivares resistentes en parar infecciones de las enfermedades se ve seriamente comprometida por la capacidad evolutiva de los patógenos, como consecuencia del establecimiento en sus poblaciones naturales, razas patogénicas y patotipos que sean capaces de superar la expresión de resistencia de las variedades resistentes (Jiménez-G. *et al.,* 2004; Jiménez G. *et al,* 2005.; Arvayo-O, 2011). Esta investigación tuvo el objetivo de detectar el efecto de fungicidas comerciales en el rendimiento de variedades de garbanzo, en suelo con alta infestación de *Fusarium* spp.

MATERIALES Y METODOS

Se sembró garbanzo en sistema de riego por goteo en terrenos del Campo Experimental Costa de Hermosillo durante el ciclo otoño-invierno 2018-19, en camas de siembra separadas a 1.6 m y doble hilera se siembra separadas a 0.5 m. El suelo presentó 1400 unidades formadoras de colonia (UFC) de *Fusarium* spp, que son suficientes para causar efectos detrimentales en el rendimiento en variedades susceptibles. Se evaluaron tres variedades de garbanzo Mazocahui, Blanco Sinaloa-92 y Blanoro, y los dos fungicidas aplicados al suelo: AM, azoxystrobin+metalaxyl-M (27.73% + 10.66%) y TCMTB, 2-Tiocianometiltiobenzotiazol (20%), en dosis comercial de 0.6 L ha^{-1} y 3.0 L ha^{-1}, respectivamente. Se tuvo un testigo sin aplicación de fungicidas. La siembra se realizó el 5 de enero 2019, la aplicación de los fungicidas fue a los 30 días después de la siembra. El manejo agronómico del cultivo se dio de acuerdo al paquete tecnológico del INIFAP. Se usó el diseño de tratamientos de parcelas divididas con bloque al azar, con cuatro repeticiones

por tratamiento, la parcela grande fueron los fungicidas. La parcela experimental fueron dos camas de 10 m de largo, y la parcela útil de 8 m^2. Se estimó el rendimiento de origen (de campo), rendimiento de exportación (usando criba con orificios de 9 mm de diámetro), y se obtuvo el calibre del grano que es el número de granos en 30 g. Se analizaron los datos utilizando el paquete estadístico JMP de SAS®, la separación de medias se realizó por la prueba de Tukey (0.05).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de rendimiento de grano detectaron alta significancia estadística (p≤ 0.01) entre los fungicidas evaluados, las variedades y la interacción de estos tratamientos. En cuanto al calibre, solo se detectó significancia estadística altamente significativa entre las variedades. Hubo efecto sobre rendimiento de los tratamientos de fungicidas comparado con el testigo sin aplicación de los fungicidas evaluados, el TCMTB fue el que produjo el rendimiento de origen y de exportación más alto, el testigo sin aplicación fue el más bajo en rendimiento (Cuadro1). En el calibre de grano, así como en el porcentaje de grano de exportación, no se detectaron diferencias significativas entre estos tratamientos.

Cuadro 1. Rendimiento (kg ha^{-1}) y calibres de grano de garbanzo en tratamientos de fungicida, promedio de variedades.

Fungicidas†	Rend. de origen		Rend. exportación		Calibre origen	Calibre exportación	Porcentaje exportación
AM	2,523	b§	2,153	ab	48	43	83
TCMTB	2,924	a	2,529	ab	48	42	84
Testigo	2,383	b	2,015	b	49	44	80
Sign.estad.‡	**		**		ns	ns	ns

†, AM, azoxystrobin + metalaxyl-M; TCMTB, 2-Tiocianometiltiobenzotiazol

‡, Significancia estadística,**, altamente significativo (p≤0.01), ns, no significativo.

§, Valores con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

Respecto a las variedades evaluadas, considerando el promedio de los tratamientos de fungicidas, el rendimiento de grano más alto lo presentó Mazocahui, mientras que Blanoro fue la variedad de más bajo rendimiento en esta evaluación, tanto de origen como de exportación. En calibre de grano, tanto de campo como cribado, Mazocahui y Blanco Sinaloa-92 presentaron los valores más bajos (que indica mayor tamaño de grano), mientras que Blanoro fue el más afectado por la enfermedad de la raíz, al presentar el menor rendimiento y tamaño reducido de grano. En cuanto al porcentaje de grano, Mazocahui presentó el más alto porcentaje de grano de tamaño grande (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento (kg ha^{-1}) y calibres de grano de variedades de garbanzo, promedio de tratamientos de fungicida.

Variedades	Rend.† origen	Rend. export.	Cal. de origen	Cal. de export.	Porcentaje. export..
Mazocahui	3,269 a§	3,133 a	44 b	42 b	96 a
Blanco Sinaloa-92	2,530 b	2,157 b	45 b	41 b	84 b
Blanoro	2,033 c	1,408 c	55 a	47 a	67 c
Sign.estadística‡	**	**	**	**	**

†, Rend., Rendimiento; export., exportación; Cal., calibre.
‡, Significancia estadística, **, altamente significativo (p≤0.01),
§, Valores con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

En la interacción de los tratamientos con fungicidas y las variedades, se anota que Mazocahui fue la menos afectada por las enfermedades de la raíz, ya que obtuvo el más alto rendimiento, comparada con el tratamiento testigo en las tres variedades, lo que denota su resistencia a esta enfermedad de la raíz como se ha anotado anteriormente por Ortega *et al*., 2019. Por otro lado, la variedad más afectada fue Blanoro, y sobre todo en el testigo sin aplicación.

La aplicación de fungicidas tuvo efecto positivo en el rendimiento de las tres variedades, ya que si se compara el rendimiento del mejor tratamiento de fungicida en cada variedad, los incrementos fluctuaron entre 459 a 762 kg ha^{-1} (Cuadro 3, Figura 1).

Cuadro 3. Rendimiento (kg ha^{-1}) y calibre de grano de variedades de garbanzo en tratamientos con fungicida al suelo.

Fungicida	Variedad	Rendimiento de origen	Rendimiento de exportación	Calibre de exportación
TCMTB	Mazocahui	3,777 a‡	3,634 a	41 bc
Testigo	Mazocahui	3,243 ab	3,128 ab	40 c
AM	Mazocahui	2,787 bc	2,639 abc	44 abc
TCMTB	Blanco Sinaloa-92	2,735 bc	2,417 bcd	39 c
AM	Blanco Sinaloa-92	2,505 bc	2,096 bcd	39 c
Testigo	Blanco Sinaloa-92	2,350 cd	1,958 cde	43 bc
AM	Blanoro	2,280 cd	1,725 cde	46 ab
TCMTB	Blanoro	2,260 cd	1,535 de	46 ab
Testigo	Blanoro	1,558 d	963 e	49 a
Sig. estad.†		**	*	*

†, Significancia estadística, *, significativo (p≤0.05), **, altamente significativo (p≤0.01),
‡, Valores con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

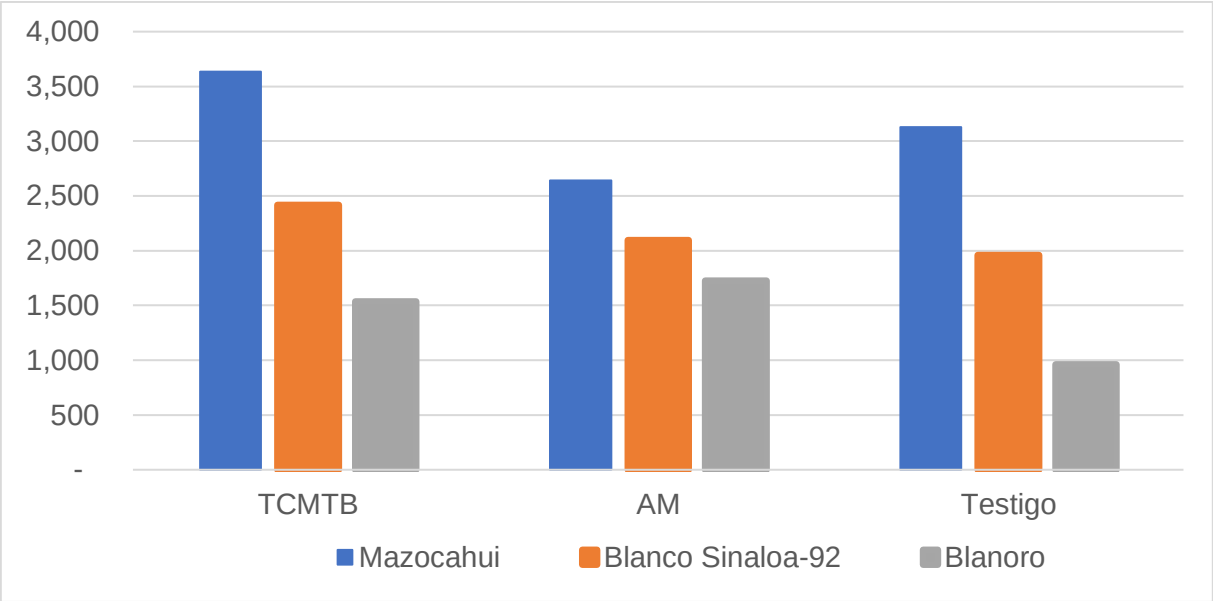


Figura 1. Efecto de tratamientos de fungicidas sobre el rendimiento de exportación (kg ha^{-1}) en variedades de garbanzo

CONCLUSIONES

Hubo efecto sobre el rendimiento y calidad de grano de los fungicidas aplicados al suelo, donde sobresale el tratamiento de TCMTB (2-Tiocianometiltiobenzotiazol) con el uso de la variedad Mazocahui, que presentó el más alto rendimiento de grano; además mayor tamaño y cantidad de grano de calidad de exportación.

REFERENCIAS

Acosta-G., J. A.; A. Mandujano-B.; Y. Jiménez-H. y B. Z. Guerrero-A. 2016. Guía para la producción de garbanzo blanco y forrajero en el Bajío de Guanajuato. Folleto Técnico Núm. 34. INIFAP-CIRCE-CEBAJ. Celaya, Guanajuato, México. 51p.

Arvayo, O. R. M.; M. Esqueda; E. Acedo-F.: A. Sánchez y A. Gutiérrez. 2010. Morphological variability and races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* associated with chickpea (*Cicer arietinum*). Crops. Amer. Jour. of Agric. and Biol. Sci. 9:1-8.

Fierros-L., G. A.; J. A. Acosta-G.; P. F. Ortega-M.; I. Padilla-V.; A. Álvarez-B. M Ramírez-S. y S. Velarde-F. 2019. Distribución de hongos asociados a pudriciones de la raíz del garbanzo. Rev. Méx. Cienc. Agric. 10(1): 131-142.

Jiménez-G., M. M.; J. A. Navas-C. and R. M. Jiménez-D. 2004. The *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*/ *Cicer arietinum* Pathosystem: a case of study of the evolution of plant pathogenic fungi into races and pathotypes. International Microbiology 7: 95-104.

Jiménez-G., M. M.; J. A. Navas-C. y R. R. M. Jiménez-D. 2005. Evolución de *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris, el agente causal de la Fusariosis vascular del garbanzo, en razas patogénicas y patototipos. Biol. San. Veg. 31:59-69.

Landa-B., B.; J. Navas, M. M. Jiménez-G.; J. Katan; B. Reting and R. M. Jiménez-D. 2006. Temperature response of chickpea cultivars to races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* causal agent of Fusarium wilt. Plant Dis. 90: 365-374.

Morales- G., J. A.; L. J. Durón-N., G. Martínez-D.; J. H. Núñez-M. y A. A. Fu-C. 2004. El cultivo del garbanzo blanco en Sonora. Libro Técnico. Núm. 6. INIFAP-CIRNO-CECH. Hermosillo, Sonora. 272 p.

Ortega-M., P. F.; G. A. Fierros-L.; I. Padilla-V; V. Valenzuela-H.; J. A. Acosta-G.; E. Gutiérres-P.; S. Velarde-F. y F. G. Rodríguez-C. 2016. Blanoro, nueva variedad de garbanzo blanco de grano extra grande para exportación. Rev. Méx. de Cienc. Agric. 7(1):209-216.

Ortega-M., P. F.; G. A. Fierros-L.; I. Padilla-V; J. A. Acosta-G; V. Valenzuela-H.; E. Gutiérres-P.; y F. G. Rodríguez-C, B. Z. Guerrero-A y S. Velarde-F. 2019. Mazocahui, nueva variedad de garbanzo blanco para México. Folleto Técnico Número 48. INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora, México. Julio 2019. 24 p.

Ramírez-S., M.; B. A. Álvarez-H.; V. Valenzuela-H.; P. F. Ortega- M., G. A. Fierros- L. y I. Padilla-V. 2012. Detección de hongos asociados a la “rabia del garbanzo” en el Norte de Sinaloa. In: Memoria de XV Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Universidad autónoma de Baja California, Mexicali, B. C. pp.707-713.

Sharma, K D. and F.J: Muehlbauer. 2007. Fusarium wilt of chickpea physiological specialization genetics of resistance gene tagging. Euphytica 157: 1-14.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE BAJO RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL

FORAGE PRODUCTION UNDER SUBSURFACE DRIP IRRIGATION

Reyes-González, Arturo[1§], David G. Reta Sanchez[2], Miguel Rivera González[3], Enrique Hernández Leal[1] e Iván Franco Gaytán[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Delicias. Delicias, Chihuahua

[3]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera (CENID RASPA). Gómez Palacio, Durango.

[§]Autor para correspondencia: reyes.arturo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El agua es de vital importancia para la existencia de las plantas, los animales y el ser humano. La Comarca Lagunera es la principal cuenca lechera del país. La cantidad de forraje para alimentar al ganado lechero requiere de grandes volúmenes de agua de riego. El objetivo de esta investigación fue programar los riegos utilizando un atmómetro y el Kc en la producción de forraje con riego por goteo y compararlo con el sistema de riego por inundación. El experimento se llevó cabo en el Campo Experimental La Laguna. Se evaluaron tres híbridos de maíz (H-431, H-383 y SB-302) y dos de sorgo (super sorgo (SS) y sorgo silo miel (SSM)). se aplicó el 100, 80, y 60% de la evapotranspiración (ET) y un testigo riego por inundación. Los mayores valores de alturas, rendimiento de forraje verde y forraje seco se presentaron en el tratamiento de 100% de ET. En este tratamiento la programación del riego fue afectado por un Kc y riego por goteo.

ABSTRACT

Water is importance for the existence of plants, animals and humans. The Region Lagunera is the main dairy basin in the country. The amount of forage to feed dairy cattle requires large volumes of irrigation water. The objective of this research was to program the irrigation using an atmometer and the Kc in the production of forage with drip irrigation and to compare it with the flood irrigation system. The experiment was carried out at the La Laguna Experimental Field. Three hybrids of corn (H-431, H-383 and SB-302) and two of sorghum (super sorghum (SS) and sorghum silo miel (SSM)) were evaluated. It was applied 100, 80, and 60% of evapotranspiration (ET) and irrigation control flood. The highest values of heights, forage yield were presented in treatment 100% of ET. In this treatment, irrigation scheduling was affected by a Kc and drip irrigation.

INTRODUCCION

El agua es de vital importancia para la existencia de las plantas, los animales y el ser humano. Sin embargo, este vital líquido es más escaso y limitado en varias zonas del mundo principalmente en regiones áridas y semiáridas tal como la región Norte-Centro de México, principalmente la Comarca Lagunera. La Comarca Lagunera al ser la principal

cuenca lechera del país demanda gran cantidad de forraje. La cantidad de forraje para alimentar al ganado lechero requiere de grandes volúmenes de agua de riego. Estos volúmenes son aplicados con bajas eficiencias, ya que son aplicados mediante el riego por inundación. Por tal motivo se requiere el uso de sistemas de riego más eficientes en la aplicación y conservación del recurso hídrico. El sistema de riego por goteo es uno de los sistemas de riego que conserva el agua e incrementa la producción de los cultivos.

En la Región Lagunera como en otras partes de México se ha utilizado el sistema de riego por goteo para irrigar los cultivos tales como maíz forrajero (Zea mays L.) (Montemayor et al., 2006, Rivera et al., 2013, Yescas et al., 2015), alfalfa (Medicago sativa L.) (Godoy et al., 2003, Faz et al., 2003, Rivera et al., 2005 y Montemayor et al., 2010), sorgo (sorghum bicolor) Reyes et al., 2019 y avena forrajera (Avena sativa L.) (Reyes et al., 2011). Sin embargo, la programación del riego en estas investigaciones se basa solo en el porcentaje de evapotranspiración de referencia (ETr) (100, 80 y 60%) la cual es afectada principalmente por las condiciones climáticas, sin tomar en cuenta las etapas de desarrollo del cultivo o coeficiente de cultivo (Kc). Con la estimación precisa del riego en base a un Kc y el uso del sistema de riego por goteo, se puede incrementar el uso eficiente del agua en la agricultura bajo riego. Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación fue programar los riegos utilizando un atmómetro y el Kc en la producción de forraje con riego por goteo y compararlo con el sistema de riego por inundación.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó cabo en el Campo Experimental La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Matamoros Coahuila, México. Ubicado a 25º 32' N y 103º 14' O, con altitud de 1100 msnm.

La preparación del terreno consistió en subsuelo, barbecho, rastreo y nivelación, el material genético utilizado fueron tres híbridos de maíz (H-431, H383 y SB 302) y dos de sorgo (super sorgo (SS) y sorgo silo miel (SSM)). El diseño experimental fue una parcela dividida en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones donde la parcela grande fue el tratamiento de riego a) riego por goteo subsuperficial (RGS) en las que se aplicó el 100, 80, y 60% de la evapotranspiración (ET) y un testigo riego por inundación y b) las parcelas chicas fueron los cultivos. El tratamiento del 100% de ET se multiplico por un Kc.

Para la instalación del riego por goteo superficial se colocaron las cintas de riego a una profundidad de 0.3 m, con un espaciamiento entre ellas de 0.76 m. La cinta utilizada será la RO DRIP 8 mil con espesor de pared de 0.200 mm y diámetro interior de 16 mm, con emisores a 0.2 m y un gasto de 0.5 L h^{-1} por gotero. La presión de operación del sistema de riego fue de 8 PSI. La frecuencia de riego con el RGS fue cada tercer día. En el riego por gravedad se diseñó una melga de 15 m de ancho por 30 m de largo. Se dieron cuatro riegos de auxilio de acuerdo con lo recomendado por Faz et al., 2000, donde se aplicaron a los 35, 52, 69 y 84 días después de la siembra.

La altura de planta se medió con una cinta métrica en tres plantas escogidas al azar en cada parcela y tratamiento durante todo el ciclo del cultivo. Las mediciones se hicieron desde la superficie del suelo hasta la penúltima hoja del cultivo y estas se tomó semanalmente.

La producción de forraje verde para los cultivos se estimó pesando 3 metros lineales en los 2 surcos centrales de cada tratamiento. Después se tomó una muestra y se secó en una

estufa de aire forzado a una temperatura de 65°C durante 72 horas, para posteriormente determinar la producción de forraje seco, la cual se determinó con el porcentaje de materia seca y la producción de forraje verde.

RESULTADOS Y DISCUSION

Altura de planta

La Figura 1 muestra la dinámica de crecimiento de altura de planta de dos variedades de sorgo y tres variedades de maíz forrajero. La altura presentó una tendencia similar en los tratamientos con riego por goteo desde los 15 DDS hasta los 45 DDS, posteriormente empiezan a sobresalir los tratamientos de 100 y 80% de ET, mientras que el tratamiento de 60% se retrasa en su crecimiento, lo mismo pasa con el riego por inundación a los 60 DDS. Al final el tratamiento de 100% de ET e inundación presentaron las mayores alturas en el cultivo de sorgo, mientras que en el cultivo de maíz los tratamientos 100 y 80% fueron los de mayor altura. Esto se debió al mayor contenido de humedad en el suelo o a la mejor distribución del riego; por el contrario, el tratamiento del 60% fue el que presentó la menor altura tanto para sorgos como para maíces.

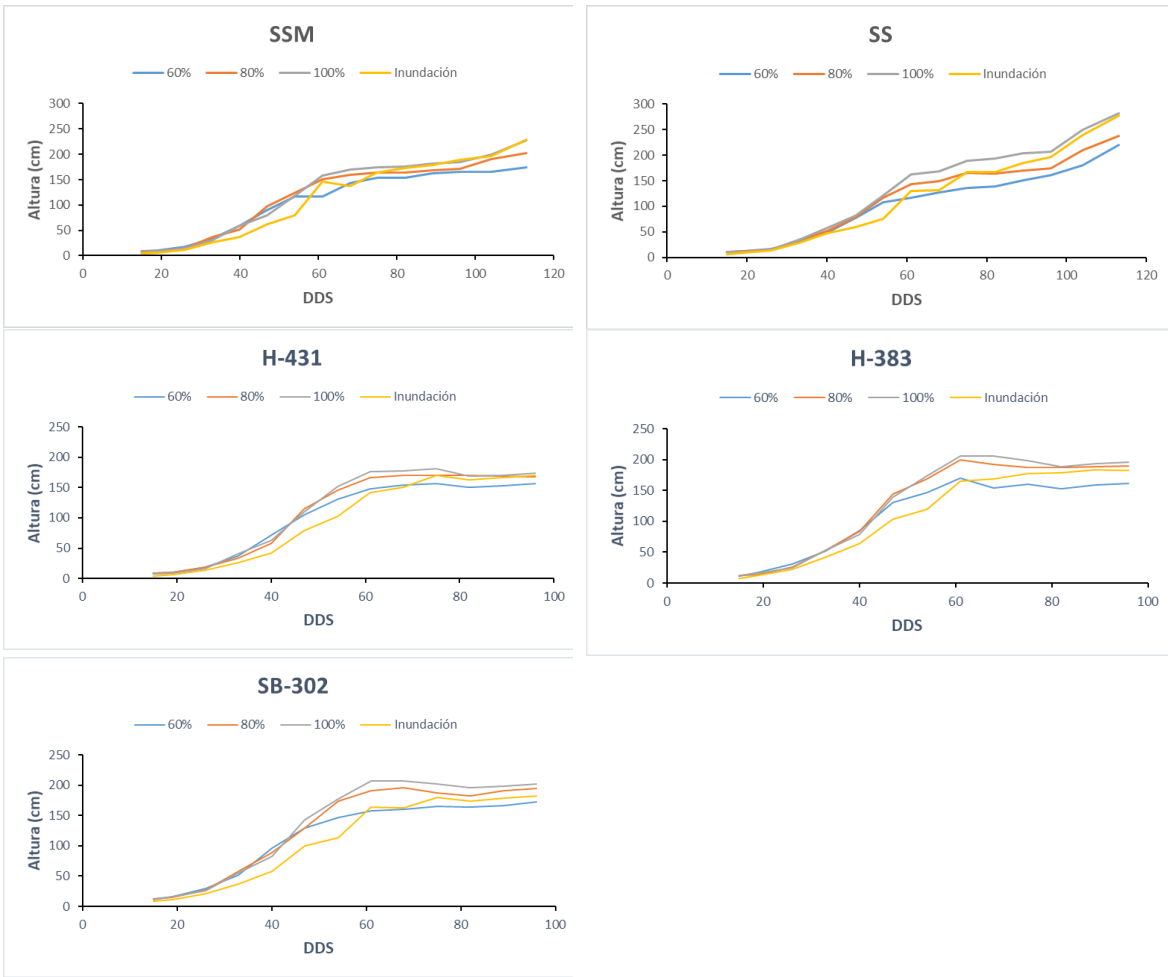
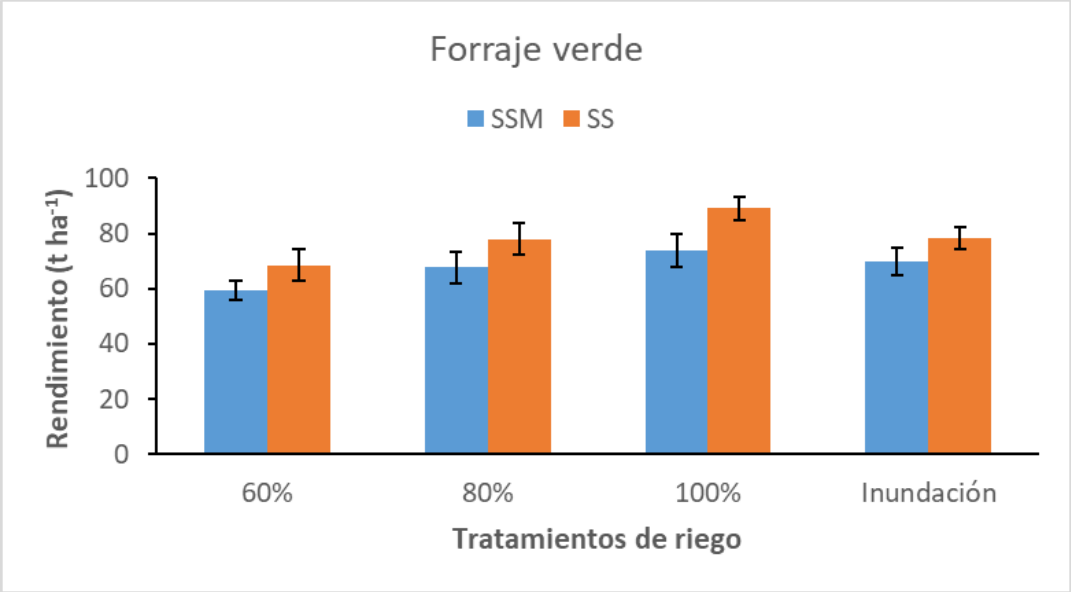


Figura 1. Dinámica de altura de planta de dos sorgos (SSM y SS) y tres maíces (H-431, H383 y SB-302).

Rendimiento de forraje verde

La mayor producción de forraje verde se presentó en el tratamiento del 100% en ambos cultivares sorgo y maíz, seguido de los tratamientos de 80% de ET e inundación y la menor producción fue en el tratamiento de 60% (Figura 2). La mayor producción fue en el tratamiento (100% * Kc) donde la programación del riego fue en base al uso del atmómetro y al Kc, aplicando los riegos mediante el sistema de riego por goteo.

Sorgo



Maíz

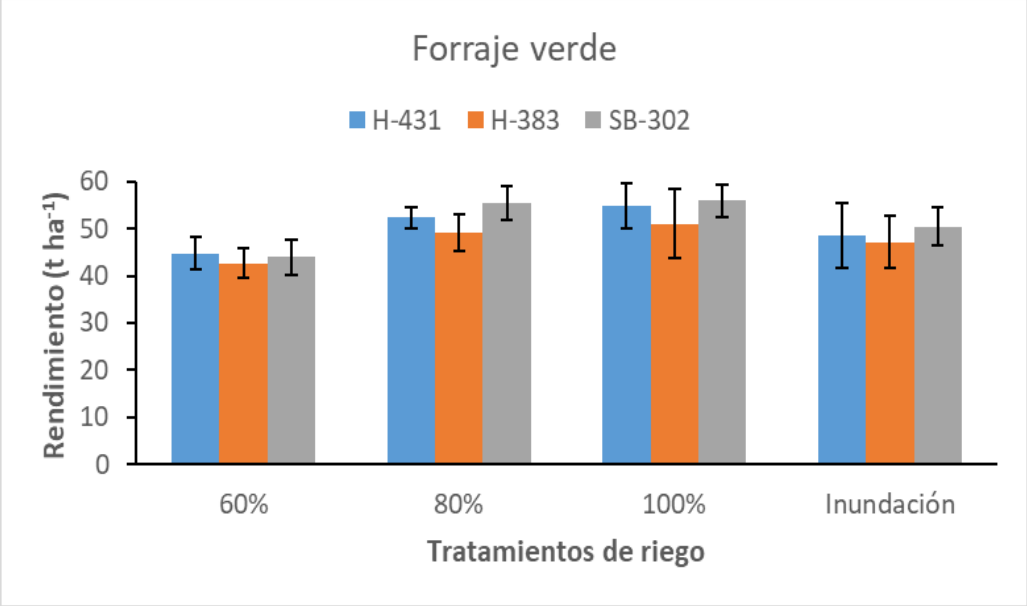
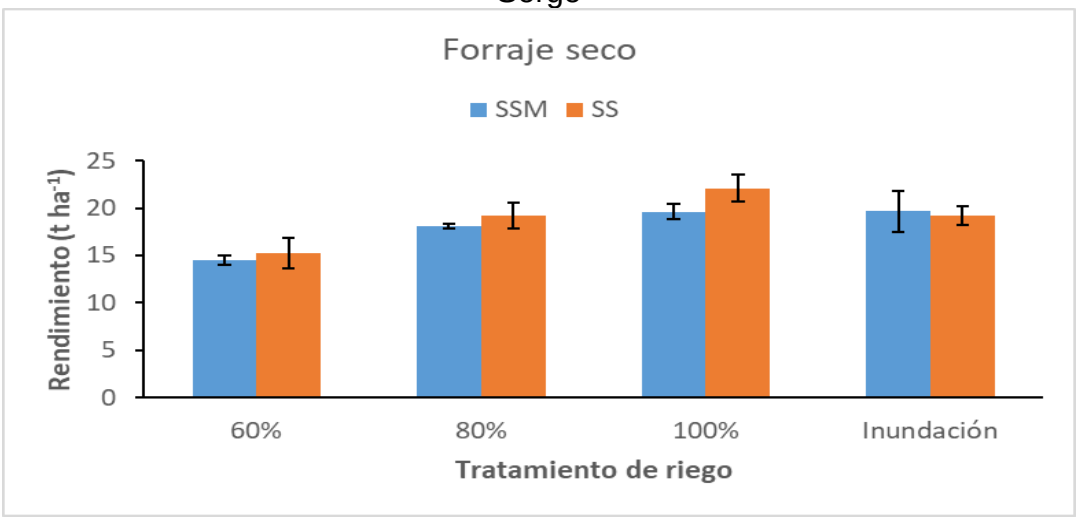


Figura 2. Rendimientos de forraje verde para sorgo y maíz. Las barras verticales representan la desviación estándar.

Rendimiento de forraje seco

El rendimiento de forraje seco para cuatro tratamientos de riego, dos variedades de sorgo y tres variedades de maíz se presentan en la Figura 3. Los mayores rendimientos se presentaron en los tratamientos de 100 y 80% y los más bajos se presentaron en el tratamiento de 60% tanto para sorgo y como para maíz forrajero. El SS mostro los mayores rendimientos al compararlo con el SSM. La variedad MSB-302 mostró el mayor rendimiento de materia seca, seguido del maíz MH-431 y el de menor rendimiento fue la variedad MH-383 en todos los tratamientos de riego.

Sorgo



Maíz

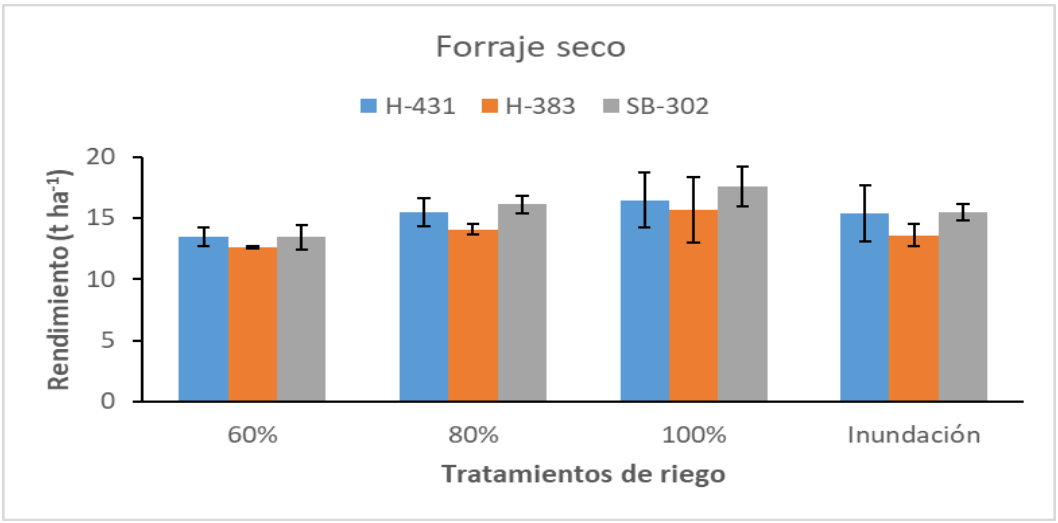


Figura 3. Rendimientos de forraje verde para sorgo y maíz. Las barras verticales representan la desviación estándar.

CONCLUSIONES

Los mayores valores de alturas, rendimiento de forraje verde y forraje seco en cultivos forrajeros como sorgo y maíz se presentaron en el tratamiento de 100% de ET. En este tratamiento la programación del riego fue afectado por un Kc y riego por goteo. Esto demuestra que aplicando los requerimientos hídricos de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo y utilizando el riego por goteo se obtienen los mayores rendimientos de forraje respecto al riego por inundación.

REFERENCIAS

Faz, C. R., M. Rivera G. y C. Godoy A. 2003. Uso eficiente del riego subterraneo por goteo para incrementar la producción de alfalfa. Ficha Tecnológica validada. INIFAP-CELALA.

Godoy, A. C., A. Pérez G., C. A. Torres E., L. Hermosillo J. y I. Reyes J. 2003. Uso de agua, producción de forraje y relaciones hídricas en alfalfa con riego por goteo subsuperficial. Agrociencia 37:107-115.

Montemayor, T. J. A., A. O. Gómez M., J. Olague R., A. Zermeño G., E. Ruiz C., M. Fortis H., E. Salazar S. y R. Aldaco N. 2006. Efecto de tres profundidades de cinta de riego por goteo en la eficiencia de uso de agua y en el rendimiento de maíz forrajero. Tec. Pecu. Mex. 2006; 44 (3): 359-364.

Montemayor, T. J. A., H. W. Aguilar A., J. Olague R., A. Roma L., M. Rivera G., P. Preciado R., I. R. Montemayor T., M. A. Segura C., J. A. Orozco V. y P. Yescas C. 2010. Uso del agua en alfalfa (Medicago sativa) con riego por goteo subsuperficial. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 2010; 1 (2) 145-156.

Reyes, A., Martínez, J.G., Palomo, M., Faz. R., Cruz J.J y Sánchez, J.I. 2011. Producción de avena forrajera con riego por goteo subsuperficial en la Comarca Lagunera. Memoria de la XXIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED, noviembre, 2011.

Reyes, A., M. Rivera, G. Delgado, D.G. Reta, y J. I. Sánchez. 2019. Programación del riego mediante el uso de un atmómetro. Agrofaz – Journal of Environmental and Agroecological Sciences. Vol.1 Núm.1. pag. 68-79.

Rivera, G. M., J. G. Martínez R. y I. Sánchez C. 2005. Tecnología de producción de alfalfa (Medicago sativa) mediante riego por goteo subsuperficial o subterráneo. Agrofaz 5:3.

Rivera, G. M., M. Palomo R., A. Anaya S., A Reyes G y J. G. Martínez R 2013. Función de producción hídrica para maíz forrajero (*Zea mays* L.) en riego por goteo subsuperficial. Agrofaz 13:1.

Yescas, C. P., M. A. Segura, L. Martínez, V. P. Álvarez, J. A. Montemayor, J. A. Orozco, y J. E. Frías, 2015. Rendimiento y calidad de maíz forrajero (Zea mays L.) con diferentes niveles de riego por goteo subsuperficial y densidad de plantas. Torreón Coahuila México. Revista Internacional de Botánica Experimental. ΦYTON 84: 272-279.

REACCIÓN A LA PUNTA NEGRA (*Alternaria* SP.) EN LÍNEAS ÉLITE DE TRIGO HARINERO EN EL CICLO 2015-2016

REACTION OF ELITE BREAD WHEATS TO BLACK POINT (*Alternaria* SP.) DURING THE CROP SEASON 2015-2016

Fuentes-Dávila, Guillermo[1]*; Rosas-Jáuregui, I.A., Félix-Fuentes, J.L., Félix-Valencia, P., Chávez-Villalba, G.

[1]INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, km 12 Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora 85000. *Autor principal: fuentes.davila@gmail.com

RESUMEN

Ochenta y cuatro líneas élite de trigo harinero se evaluaron para resistencia a la punta negra durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2015-2016 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug. Las fechas de siembra fueron noviembre 12, 19 y 26, 2015. La cosecha se hizo a mano y la evaluación mediante inspección visual contando el número de granos sanos e infectados en 10 espigas por línea y de esta forma se calculó el porcentaje de infección. El rango de infección para la primera fecha de siembra fue de 0 a 19.8% con un promedio de 1.9, para la segunda fue de 0 a 32.7% con un promedio de 4.8, y para la tercera fue de 0 a 44.9% con un promedio de 6.8. Dentro de las categorías de infección en base al promedio de los datos de las tres fechas, 8 líneas no presentaron granos infectados, 30 líneas estuvieron en la categoría 0.1-2.5%, 14 en la de 2.6-5.0%, 23 en la de 5.1-10.0% y 9 en la de 10.1-30%.

ABSTRACT

Eighty four elite bread wheat lines were evaluated for resistance to black point during the crop season fall-winter 2015-2016, at the Norman E. Borlaug Experimental Station in three sowing dates (November 12, 19, and 26, 2015). Harvest and threshing were done manually in ten spikes per line, and the evaluation by visual inspection, counting healthy and infected grains to calculate the percentage of infection. The range of infection for the first sowing date was 0 to 19.8% with an average of 1.9, for the second date 0 to 32.7% with an average

of 4.8, and for the third 0 to 44.9% with an average of 6.8. Within the infection categories based on the average of the three dates, 8 lines did not show any infected grains, 30 lines fell in the 0.1-2.5% category, 14 in 2.6-5.0%, 23 in 5.1-10.0%, and 9 in 10.1-30%.

INTRODUCCIÓN

Muchas especies de hongos se pueden aislar de la semilla de trigo recién cosechada, incluyendo de los géneros *Alternaria*, *Fusarium* y *Helminthosporium*, los cuales pueden infectar la semilla cuando la humedad relativa es superior al 90% y el de la semilla al 20%. Durante la maduración de la semilla, la lluvia así como la alta humedad favorecen el desarrollo de la punta negra (Prescott *et al*., 1986; Watkins, 2013). La semilla en desarrollo expandiéndose es la más susceptible y la semilla con senescencia prematura también es más propensa a desarrollar punta negra, ya que muchos de los agentes causales son saprófitos (Wiese, 1987). Generalmente *Alternaria alternata* y *Bipolaris sorokiniana* son considerados como agentes primarios causantes de esta enfermedad (Mathur y Cunfer, 1993). Aunque las espigas infectadas pueden tener una apariencia normal, en el interior de las glumas se pueden presentar lesiones elípticas de color café a negras. La enfermedad es más pronunciada en áreas con un color café oscuro a negro, usualmente alrededor del embrión de la semilla (Fig. 1); las infecciones severas causan decoloración y chupado de la semilla (Mathur y Cunfer, 1993). La punta negra es una enfermedad endémica de trigo cristalino o duro y de trigo harinero en el sur de Sonora, y también afecta al triticale (Fuentes-Dávila *et al*., 2014). En los programas de mejoramiento de trigo se descartan las líneas que presentan punta negra o alguna otra enfermedad; sin embargo, no existe un programa para evaluar la punta negra en Sonora, tanto en introducciones, poblaciones segregantes y/o líneas avanzadas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la reacción de un grupo selecto de líneas élite de trigo harinero a la punta negra bajo infección natural, durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2015-2016.

Figura. 1. Síntomas de punta negra en el grano de trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ochenta y cuatro líneas élite trigo harinero se evaluaron para resistencia a la punta negra durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2015-2016 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui, Sonora a 27º22´3.01" N y 109º55´40.22" W en un suelo de textura arcillosa y pH de 7.8. Las fechas de siembra fueron noviembre 12, 19 y 26, 2015, usando aproximadamente 8 g de semilla para un surco de 0.7 m de largo en cama de dos hileras sin repeticiones. La fertilización consistió en 150 kg/ha de urea antes de la siembra. Se aplicó un riego de germinación y tres riegos de auxilio durante el ciclo y al momento del primer riego de auxilio se aplicaron 100 kg/ha de urea. Treinta días después de la siembra, se aplico el herbicida Situi® xl (metsulfuron metil) a dosis de 25 g/ha de producto comercial. La cosecha se hizo a mano y la evaluación mediante inspección visual contando el número de granos sanos e infectados en 10 espigas por línea, sin tomar en consideración el tamaño de las lesiones. De esta forma se calculó el porcentaje de infección. Las líneas avanzadas que se probaron se originaron del programa colaborativo CIMMYT-INIFAP.

RESULTADOSY DISCUSIÓN

El rango de infección para la primera fecha de siembra fue de 0 a 19.8% con un promedio de 1.9; 39 líneas no presentaron granos infectados, 26 líneas presentaron entre 0.1-2.5% de infección, 8 entre 2.6-5.0%, 7 entre 5.1-10% y 4 entre 10.1-30%. El rango de infección para la segunda fecha fue de 0 a 32.7% con un promedio de 4.8; 27 líneas no presentaron granos infectados, 20 presentaron entre 0.1-2.5% de infección, 6 líneas entre 2.6-5.0%, 16 entre 5.1-10%, 14 entre 10.1-30% y 1 línea con más de 30%. El rango de infección para la tercera fecha fue de 0 a 44.9% con un promedio de 6.8; 18 líneas no presentaron granos infectados, 19 presentaron entre 0.1-2.5% de infección, 13 líneas entre 2.6-5.0%, 13 entre 5.1-10%, 18 entre 10.1-30% y 3 líneas con más de 30%. El promedio de infección de cada línea en las tres fechas se muestra en la Figura 2 y las líneas que no presentaron granos infectados se presentan en el Cuadro 1. Las líneas que presentaron los porcentajes promedio más altos de infección de las tres fechas de siembra fueron: WHEAR/KUKUNA/3/C80.1/3*BATAVIA//2*WBLL1*2/4/WBLL1/ KUKUNA//TACUPETOF2001/3/UP2338*2/VIVITSI con 20.8%, WAXWING*2/KRONSTADF2004/3/TRCH/SRTU//KACHU/4/SAUAL/YANAC//SAUAL con 20.5 y MUNAL#1*2//SOKOLL/ WBLL1 con 16.3%. Dentro de las categorías de infección en base al promedio de los datos de las tres fechas, 8 líneas no presentaron granos infectados, 30 líneas estuvieron en la categoría 0.1-2.5%, 14 en la de 2.6-5.0%, 23 en la de 5.1-10.0% y 9 en la de 10.1-30%. El promedio general de infección del grupo de líneas fue de 4.5% con un rango de 0 a 20.8%, aunque algunas líneas presentaron porcentajes más altos de infección en las diferentes fechas como WHEAR/KUKUNA/3/C80.1/3*BATAVIA//2*WBLL1*2/4/WBLL1/KUKUNA//TACUPETOF2001/3/ UP2338*2/VIVITSI que presentó un máximo de 44.9%, WAXWING*2/KRONSTADF2004/3/ TRCH/SRTU//KACHU/4/SAUAL/YANAC//SAUAL con 44.7 y BAV92//IRENA/KAUZ/3/HUITES /4/DOLL/5/SERI.1B//KAUZ/HEVO/3/AMAD*2/4/KIRITATI con 37.1%, todas en la tercera fecha.

Infección (%)

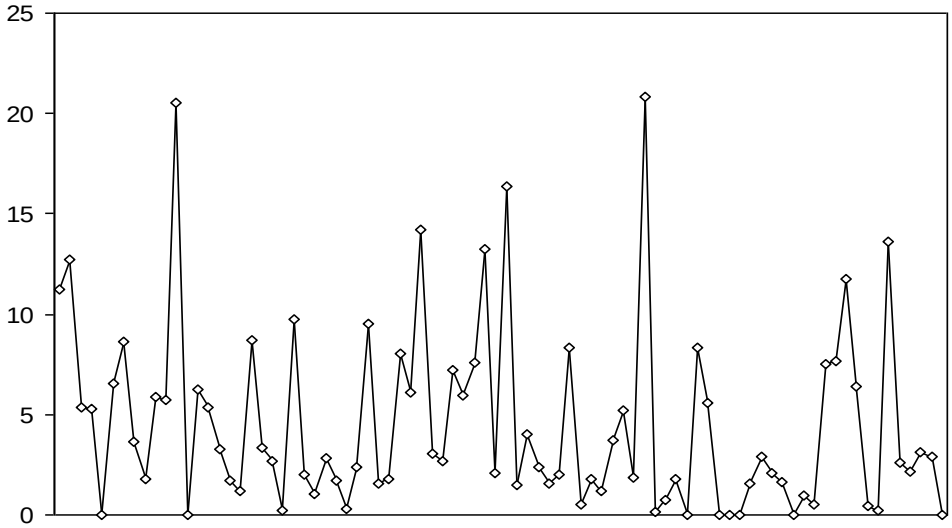


Figura 2. Porcentaje promedio de infección de tres fechas con punta negra, de 84 líneas élite de trigo harinero, evaluadas bajo condiciones naturales en el ciclo 2015-2016, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México.

En el 2013 se reportó (Fuentes-Dávila *et al*.) que la línea de trigo harinero BABAX/LR42//BABAX/3/ER2000 presentó 30.87% de grano infectado. En el 2016, Fuentes-Dávila *et al*. reportaron que en el ciclo agrícola 2013-14, las líneas que presentaron los porcentajes promedio más altos de infección de dos fechas de siembra fueron: SOKOLL*2/3/BABAX/LR42//BABAX con 31.46%, KISKADEE#1/CHYAK con 31.40, PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING/4/WBLL1*2/BRAMBLING con 17.45 y KACHU/3/T.DICOCCON PI94624/AE.SQUARROSA(409)//BCN/4/2*KACHU con 17.26%. Estos niveles de infección afectan la calidad del grano con la consecuente baja en el precio de venta.

Cuadro 1. Líneas élite de trigo harinero que no presentaron granos infectados y que se evaluaron en campo bajo inoculación natural con punta negra (*Alternaria* spp.) en tres fechas de siembra, durante el ciclo agrícola 2015-2016, en el Valle del Yaqui, Sonora, México.

No.	Pedigrí e historial de selección
1	KRONSTADF2004/3/TRCH/SRTU//KACHU/4/TRCH/SRTU//KACHU CMSS10Y00992T-099TOPM-099Y-099M-099NJ-099NJ-10WGY-0B
2	PBW343*2/KUKUNA//PBW343*2/KUKUNA/3/TRCH/SRTU//KACHU/4/TRCH/SRTU//KACHU CMSS10B00819T-099TOPY-099M-099NJ-099NJ-24WGY-0B
3	FRANCOLIN#1/3/PBW343*2/KUKUNA*2//YANAC/4/KINGBIRD#1//INQALAB91*2/ TUKURU CMSS10B00779T-099TOPY-099M-099NJ-099NJ-6WGY-0B
4	SUP152*2/3/TRCH/SRTU//KACHU CMSS10B00797T-099TOPY-099M-0SY-2M-0WGY
5	SUP152*2/3/TRCH/SRTU//KACHU CMSS10B00797T-099TOPY-099M-099NJ-099NJ-5WGY-0B
6	NELOKI/4/MELON//FILIN/MILAN/3/FILIN/5/WBLL1/KUKUNA//TACUPETOF2001/3/BAJ #1 CMSS10B00848T-099TOPY-099M-0SY-26M-0WGY
7	WBLL1*2/4/YACO/PBW65/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ/5/KACHU#1/6/MARCHOUCH*4/ SAADA/3/2*FRET2/KUKUNA//FRET2/7/WBLL1*2/4/YACO/PBW65/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ/5/KACHU#1 CMSS10B00974T-099TOPY-099M-099NJ-099NJ-11WGY-0B
8	BAVIS/8/BOW/VEE/5/ND/VG9144//KAL/BB/3/YACO/4/CHIL/6/CASKOR/3/CROC_1/AE.SQUARROSA(224)//OPATA/7/PASTOR//MILAN/KAUZ/3/BAV92 CMSA10M00484S-050ZTM-0SY-31M-0WGY

El promedio de infección del grupo de líneas evaluado en este trabajo fue relativamente bajo con 4.5%, sin embargo, algunas líneas presentaron porcentajes de infección alto en alguna de las fechas de siembra. Las evaluaciones de los trigos experimentales en cuanto a su reacción a la punta negra y a otras enfermedades debe ser un trabajo constante para asegurar niveles aceptables de resistencia y/o tolerancia en las variedades que se vayan a liberar para su explotación comercial, y con ello mejorar la economía de los productores de trigo harinero, de la región y del país.

CONCLUSIONES

Dentro de las categorías de infección en base al promedio de los datos de las tres fechas, 8 líneas no presentaron granos infectados (KRONSTADF2004/3/TRCH/SRTU//KACHU/4/TRCH/ SRTU//KACHU, PBW343*2/KUKUNA//PBW343*2/KUKUNA/3/TRCH/SRTU//KACHU/4/TRCH/ SRTU//KACHU, FRANCOLIN#1/3/PBW343*2/KUKUNA*2//YANAC/4/KINGBIRD#1//INQALAB 91*2/TUKURU, SUP152*2/3/TRCH/SRTU//KACHU, SUP152*2/3/TRCH/SRTU//KACHU, NELOKI/4/MELON//FILIN/MILAN/3/FILIN/5/WBLL1/KUKUNA//TACUPETOF2001/3/BAJ#1

,

BLL1*2/4/YACO/PBW65/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ/5/KACHU#1/6/MARCHOUCH*4/SAADA/3/

2*FRET2/KUKUNA//FRET2/7/WBLL1*2/4/YACO/PBW65/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ/5/KACHU#1,

BAVIS/8/BOW/VEE/5/ND/VG9144//KAL/BB/3/YACO/4/CHIL/6/CASKOR/3/CROC_1/AE.SQUARROSA(224)//OPATA/7/PASTOR//MILAN/KAUZ/3/BAV92), y 30 líneas estuvieron en la categoría de infección de 0.1-2.5%

REFERENCIAS

Fuentes-Dávila, G., Figueroa-López, P., Cortés-Jiménez, J.M., Félix-Valencia, P., Camacho-Casas, M.A., Félix-Fuentes, J.L., Chávez-Villalba, G., and Ortiz-Ávalos, A.A. 2013. Reaction of selected cultivars and lines of durum and bread wheat to black point. Annual Wheat Newsletter 59:48-52.

Fuentes Dávila Guillermo, Ammar Karim, Figueroa López Pedro, Camacho Casas Miguel Alfonso, Félix Valencia Pedro, Cortés Jiménez Juan Manuel, Félix Fuentes José Luis, Chávez Villalba Gabriela y Ortiz Ávalos Alma Angélica. 2014. Reacción a la punta negra de líneas avanzadas de triticale durante el ciclo agrícola 2011-2012. pp. 345-350. Memorias del XVII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Octubre 9 y 10, 2014. Mexicali, Baja California, México. 622 p. ISBN: 978-0-9908236-1-290000>9780990823612.

Fuentes-Dávila, G., Ayón-Ibarra, C.A., Félix-Valencia, P., Figueroa-López, P., Camacho-Casas, M.A., Félix-Fuentes, J.L., Chávez-Villalba, G. y Rosas-Jáuregui, I.A. 2016. Reacción a la punta negra (*Alternaria* spp.) de líneas avanzadas de trigo harinero en el ciclo 2013-2014. pp. 817-823. Memorias del XIX Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, Baja California, México. Octubre 27 y 28, 2016. 980 p.

Mathur, S.B., and Cunfer, B.M. 1993. Seed-borne Diseases and Seed Health Testing of Wheat. Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries. Hellerup, Denmark. 168 p.

Prescott, J.M., Burnett, P.A., Saari, E.E., Ramsom, J., Bowman, J., de Milliano, W., Singh, R.P., and Bekele, G. 1986. Wheat Diseases and Pests: A guide for field identification. CIMMYT. Mexico, D.F. 135 p.

Watkins, J.E. 2013. Black point disease of wheat. University of Nebraska-Lincoln. http://baylor.agrilife. org/files/2011/06/blackpointnebguide_2.pdf. Consultado el 23 de Mazo, 2014.

Wiese, M.V. 1987. Compendium of Wheat Diseases. APS Press. The American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USA. 112 p.

REACCIÓN AL CARBÓN PARCIAL (*Tilletia indica*) EN VARIEDADES Y LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO CRISTALINO EN EL CICLO 2018-2019

REACTION OF DURUM WHEAT CULTIVARS AND ADVANCED LINES TO KARNAL BUNT (*Tilletia indica*) DURING THE CROP SEASON 2018-2019

Fuentes-Dávila, Guillermo*, Torres-Cruz, M.M., Rosas-Jáuregui, I.A., Félix-Fuentes, J.L., Félix-Valencia, P.

INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, km 12 Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora 85000. *Autor principal: fuentes.davila@gmail.com

RESUMEN

Veintiséis líneas y cuatro variedades de trigo cristalino se evaluaron para resistencia al carbón parcial durante el ciclo 2018-2019 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug. Las fechas de siembra fueron noviembre 12 y 22, 2018. La inoculación artificial se llevó a cabo inyectando 1 mL de una suspensión de esporidios alantoides (10,000/mL) durante el embuche en 10 espigas por línea y se utilizó un sistema de microaspersión para proveer un ambiente húmedo. La cosecha y trilla se hicieron manualmente, y el conteo de granos infectados y sanos y la evaluación por inspección visual. El rango de infección para la primera fecha de siembra fue de 0 a 22.7% con un promedio de 7.1, y para la segunda fue de 0 a 16.6% con un promedio de 6.0. La línea RANCO//CIT71/CII/3/COMDK/4/TCHO//SHWA/MALD/3/CREX/5/SNITAN/6/YAZI_1/ AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/7/CIRNOC2008 no presentó granos infectados en ninguna de las fechas. La media de los tres porcentajes más altos de infección del testigo susceptible fue de 98.7%.

ABSTRACT

Twenty six durum wheat lines and four cultivars were evaluated for resistance to karnal bunt during the crop season 2018-2019, at the Norman E. Borlaug Experimental Station in two sowing dates (November 12 and 22, 2018). The artificial inoculation was carried out by inyecting 1 mL of an allantoid sporidial suspension (10,000/mL) during the boot stage in 10 spikes per line and a mist-spray system was used to provide a humid environment. Harvest

and threshing was done manually and the counting of healthy and infected grains by visual inspection. The range of infection for the first sowing date was 0 to 22.7% with an average of 7.1 and for the second date 0 to 16.6% with an average of 6.0. The line RANCO//CIT71/CII/3/COMDK/4/TCHO//SHWA/ MALD/3/CREX/5/SNITAN/6/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/7/CIRNO C 2008 did not show any infected grains in both dates. The average of the three highest records of infection was 98.7%.

INTRODUCCIÓN

El carbón parcial causado por el hongo *Tilletia indica* Mitra ocurre en forma natural en trigo harinero (*Triticum aestivum*; Mitra 1931), trigo duro (*T. turgidum*), y triticale (X *Triticosecale*; Agarwal *et al*., 1977). Los granos infectados generalmente se afectan de manera parcial (Fig. 1) (Mitra, 1935). Esta enfermedad se reportó en la India (Mitra, 1931), México (Duran, 1972), Pakistan (Munjal, 1975), Nepal (Singh *et al*., 1989), Brasil (Da Luz *et al*., 1993), Los Estados Unidos (APHIS, 1996), Irán (Torarbi *et al*., 1996), la República de Africa del Sur (Crous *et al*., 2001) y en Afganistán (CIMMYT, 2011). El control de este organismo es difícil debido a que las teliosporas son resistentes a factores físicos y químicos (Smilanick *et al*., 1988); sin embargo, la aplicación de fungicidas durante el período de floración tiene una efectividad biológica importante (Salazar-Huerta *et al*., 1997; Fuentes-Dávila *et al*., 2018). El uso de variedades de trigo resistentes a la enfermedad es la medida de control más adecuada; además, esto reduciría las posibilidades de introducir la enfermedad a áreas libres. El objetivo de este trabajo fue evaluar la reacción a *Tilletia indica* en inoculaciones artificiales en campo, de veintiséis líneas avanzadas de trigo cristalino y cuatro variedades comerciales en uso en el noroeste de México.

Figura. 1. Síntomas del carbón parcial en el grano del trigo y teliosporas del hongo *Tilletia indica*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Veintiséis líneas avanzadas de trigo cristalino y las variedades CIRNO C2008, Baroyeca Oro C2013, Quetchehueca Oro C2013 y CENEB Oro C2017, se evaluaron para resistencia a carbón parcial durante el ciclo 2018-2019 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, ubicado en el Block 910 del Valle del Yaqui, Sonora a 27º22´3.01" N y 109º55´40.22" W en un suelo de textura arcillosa y pH de 7.8. Las fechas de siembra fueron noviembre 12 y 22, 2018, usando 8 g de semilla para un surco de 0.7 m de largo en cama de dos hileras sin repeticiones. Para preparar el inóculo se siguió la metodología descrita por Fuentes-Dávila *et al*. (1993), de la cual los aspectos más importantes fueron: las teliosporas se obtuvieron de granos de trigo infectados, los cuales se agitaron en una solución de tween 20 + agua en tubos de ensaye y se cribaron en malla de 60 µm. Luego, se desinfectaron en hipoclorito de sodio al 0.6% y en centifrugación a 3,000 rpm, con dos lavados en agua destilada estéril para sembrarse en agar-agua al 2% bajo condiciones asépticas e incubarse a 18-22°C. Ya germinadas, se colocaron invertidas en tapas de cajas Petri con papa-dextrosa-agar para estimular la producción de esporidios secundarios, los cuales se cuantificaron y se ajustó la concentración a 10,000 por mL. Las inoculaciones se hicieron inyectando 1 mL de una suspensión de esporidios alantoides (10,000/mL) con una jeringa hipodérmica durante el embuche (Zadoks *et al*., 1974) en 10 espigas por línea. Se utilizó un sistema de microaspersión automatizada con el fin de proveer un ambiente húmedo en el área. La cosecha y trilla se hicieron manualmente y el conteo de granos infectados y sanos y la evaluación se realizaron mediante inspección visual. Las líneas evaluadas se originaron del programa colaborativo entre el CIMMYT y el INIFAP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rango de infección para la primera fecha de siembra fue de 0 a 22.7% con un promedio de 7.1; cuatro líneas no presentaron granos infectados. El rango de infección para la segunda fue de 0 a 16.6% con un promedio de 6.0; una línea no presentó granos infectados. La línea RANCO//CIT71/CII/3/COMDK/4/TCHO//SHWA/MALD/3/CREX/5/SNITAN/6/YAZI_1/AKAKI_4// SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/7/CIRNOC2008 no presentó granos infectados en ninguna de las dos fechas. La media de los tres porcentajes más altos de infección del

testigo susceptible fue de 98.7%. Presentaron los porcentajes promedio más altos de infección de las dos fechas de siembra:

PLANETA/PIQUERO//BERGAND/KNIPA/6/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/ GUIL//GREEN/5/2*NETTA_4/DUKEM_12//RASCON_19/3/SORA/2*PLATA_12/4/GREEN _18/FOCHA_1//AIRON_1/12/ALTAR84/STINT//SILVER_45/3/GUANAY/4/GREEN_14//YA V_10/AUK /10/CMH79.959/CHEN//SOOTY_9/RASCON_37 con 16.2 y SOOTY_9/RASCON_37// GUAYACANINIA/3/SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/5/SOOTY_9/RASCON_37//SOM AT_ 3.1/3/SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/4/SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACANINIA/3/ SOOTY_9/RASCON_37//LLARETA INIA con 15.4% (Fig. 2). Cinco líneas y la variedad CENEB Oro C2017 estuvieron en la categoría de infección 0.1-2.5%; en la categoría de infección 2.6-5.0% hubo seis líneas y las variedades Baroyeca Oro C2013 y Quetchehueca Oro C2013; en la categoría 5.1-10.0% hubo siete líneas y la variedad CIRNO C2008 y siete líneas en la categoría 10.1-30.0%.

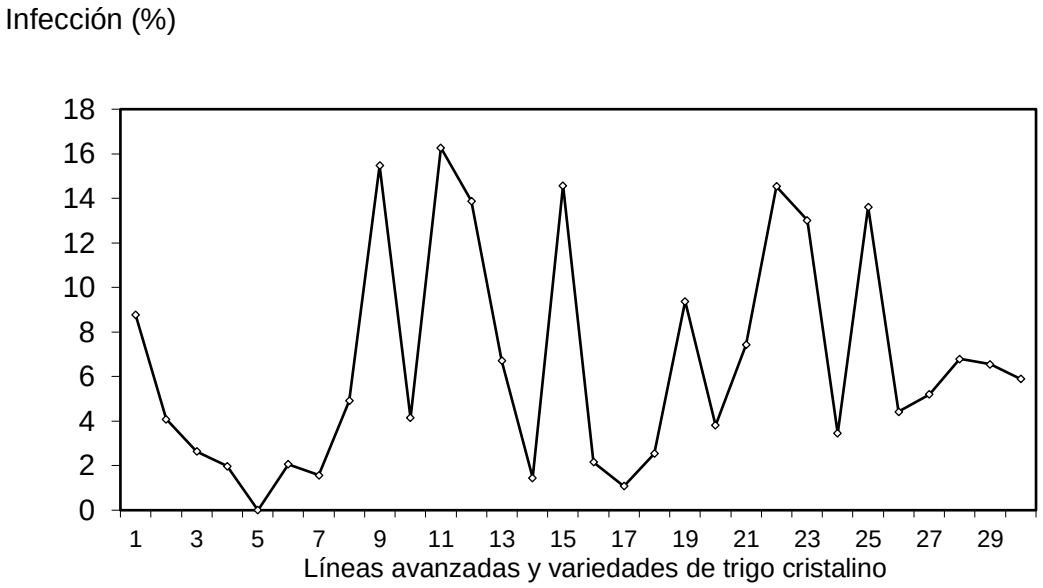


Figura 2. Porcentaje promedio de infección con carbón parcial en dos fechas, de 26 líneas avanzadas y 4 variedades de trigo cristalino, evaluadas bajo inoculación artificial en el ciclo 2018-2019, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México. 1= CIRNO C2008, 2= Baroyeca Oro C2013, 3= Quetchehueca Oro C2013, 4= CENEB Oro C2017.

Las líneas dentro de la categoría de infección 0.1-5.0% (Cuadro 1) se consideran como resistentes (Fuentes-Dávila y Rajaram, 1994) y poseen un alto potencial para ser usadas en mejoramiento como progenitores donadores del carácter de resistencia a la enfermedad. Aunque la susceptibilidad predominante al carbón parcial se presenta en los trigos harineros, es importante que las progenies de mayor interés y líneas avanzadas de trigos cristalinos se evalúen en forma continua para asegurar que los bajos niveles de infección se deban a la resistencia genética y no a escapes a la enfermedad.

Cuadro 1. Líneas avanzadas de trigo cristalino evaluadas en campo bajo inoculación artificial con carbón parcial (*Tilletia indica*) en dos fechas de siembra, durante el ciclo agrícola 2018-2019, en el Valle del Yaqui, Sonora, México, que presentaron menos de 2.5% de infección en ambas fechas.

No.	Pedigrí e historial de selección
1	HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/RASCON_37/4/2*SOOTY_9/RASCON_37/5/SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACAN INIA/3/SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/7/ALTAR 84/BINTEPE 85/3/STOT//ALTAR 84/ALD/4/POD_11/YAZI_1/5/VANRRIKSE_12/SNITAN/6/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3 CDSS13Y00445T-099Y-014M-17Y-2M-0Y
2	SILVER_14/MOEWE//BISU_1/PATKA_3/3/PORRON_4/YUAN_1/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9/10/TARRO_1/2*YUAN_1//AJAIA_13/YAZI/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/11/SOOTY_9/RASCON_37//JUPARE C 2001/3/SOOTY_9/RASCON CDSS11B00196S-064Y-052M-26Y-0M

En el 2017, Fuentes-Dávila *et al*. reportaron que la línea 1A.1D5+1-06/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/ CANELO_9.1/5/CF4-JS40//SOOTY_9/RASCON_37/4/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/ SNITAN/9/CBC509CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/ AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/S tampoco presentó granos infectados en ninguna de las dos fechas en las que se evaluó, tal como sucedió en este trabajo con la línea: RANCO//CIT71/CII/3/COMDK/4/TCHO//SHWA/MALD/3/CREX/5/SNITAN/6/YAZI_1/ AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/7/CIRNOC2008.

Es importante que los esfuerzos conjuntos entre el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias en el Campo Experimental Norman E. Borlaug y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, continúen para asegurar niveles aceptables

de resistencia al carbón parcial en los nuevos materiales promisorios de trigo cristalino, para generar variedades comerciales para los productores del estado de Sonora y que satisfaga los requerimientos de la industria.

CONCLUSIONES

La línea RANCO//CIT71/CII/3/COMDK/4/TCHO//SHWA/MALD/3/CREX/5/SNITAN/6/YAZI_1/ AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/7/CIRNOC2008 no presentó granos infectados en ninguna de las dos fechas. De las cuatro variedades comerciales evaluadas, CENEB Oro C2017 presentó el menor promedio de infección con 1.9%. Cinco líneas estuvieron en la categoría de infección 0.1-2.5% y en la categoría de infección 2.6-5.0% hubo seis líneas y las variedades Baroyeca Oro C2013 y Quetchehueca Oro C2013.

REFERENCIAS

Agarwal, V.K., Verma, H.S., and Khetarpal, R.K. 1977. Occurrence of partial bunt on triticale. Plant Protection Bulletin 25:210-211.

APHIS. 1996. Karnal bunt: situation report update (March 29). USDA-APAHIS, Plant Protection and Quarantine (http://www.aphis.usda.gov/oa/bunt).

CIMMYT. 2011. Training to beat karnal bunt in Afghanistan. http://blog.cimmyt.org/tag/karnal-bunt/. Accessed March 1, 2014.Crous, P.W., Van Jaarsveld, A.B., Castlebury, L.A., Carris, L.M., Frederick, R.D., and Pretorius, Z.A. 2001. Karnal bunt of wheat newly reported from the African continent. Plant Disease 85:561.

Da Luz, W.C., Mendes, M.A.S., Ferreira, M.A.S.V., and Urben, A.F. 1993. *Tilletia indica* on wheat in the south of the state of Rio Grande do Sul, Brazil and measures for eradication. Fitopatologia Brasileira 18:S329.

Durán, R. 1972. Further aspects of teliospore germination in North American smut fungi. II. Can. J. Bot. 50:2569-2573.

Fuentes-Davila G, Rajaram S, Pfeiffer WH, Abdalla O, Van-Ginkel M, Mujeeb-Kazi A y Rodríguez-Ramos R. 1993. Resultados de inoculaciones artificiales del 5o. vivero de selección para resistencia a *Tilletia indica* Mitra. Rev. Mex. Mic. 9:57-65.

Fuentes-Davila, G., and Rajaram, S. 1994. Sources of resistance to *Tilletia indica* in wheat. Crop Protection 13:20-24.

Fuentes-Dávila, G., Rosas-Jáuregui, I.A., Félix-Fuentes, J.L., Camacho-Casas, M.A. y Chávez-Villalba, G. 2017. Reacción al carbón parcial (*Tilletia indica*) de variedades y líneas avanzadas de trigo cristalino en el ciclo 2014-2015. pp. 508-514. Memoria de la XXIX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Septiembre 4-8, 2017. Gómez Palacio, Durango, México. 1139 p.

Fuentes-Dávila, G., Rosas-Jáuregui, I.A., Ayón-Ibarra, C.A., Álvarez-Amado, K.D., Félix-Valencia, P., and Félix-Fuentes, J.L. 2018. Biological effectiveness of Opus, Folicur, Juwel, and Bemistop for control of Karnal bunt (*Tilletia indica*) of wheat in the field. Annual Wheat Newsletter 64:30-33.

Mitra, M. 1931. A new bunt of wheat in India. Annals of Applied Biology 18:178-179.

Mitra, M. 1935. Stinking smut (bunt) of wheat with a special reference to *Tilletia indica* Mitra. Indian J. Agric. Sci. 5:1-24.

Munjal, R.L. 1975. Status of Karnal bunt (*Neovossia indica*) of wheat in Northern India during 1968-1969 and 1969-1970. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology 5(2):185-187.

Salazar-Huerta, F.J., Figueroa-Lopez, P., Smilanick, J.L., and Fuentes-Davila, G. 1997. Evaluation of foliar fungicides for control of Karnal bunt of wheat during 1986-1989 in northwestern Mexico. Revista Mexicana de Fitopatología 15:73-80.

Singh, D.V., Agarwal, R., Shrestha, K.J., Thapa, R.B., and Dubin, H.J. 1989. First report of *Tilletia indica* on wheat in Nepal. Plant Disease 73:273.

Smilanick, J.L., Hoffmann, J.A., Secrest, L.R., and Wiese, K. 1988. Evaluation of chemical and physical treatment to prevent germination of *Tilletia indica* teliospores. Plant Disease 72:46-51.

Torarbi, M., Mardoukhi, V., and Jalaiani, N. 1996. First report on the occurrence of partial bunt on wheat in the southern parts of Iran. Seed and Plant 12:8-9.

Zadoks, J.C., Chang, T.T., and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14:415-421.

REACCIÓN A LA PUNTA NEGRA (*Alternaria* SP.) EN VARIEDADES Y LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO CRISTALINO EN EL CICLO 2016-2017

REACTION OF DURUM WHEAT CULTIVARS AND ADVANCED LINES TO BLACK POINT (*Alternaria* SP.) DURING THE CROP SEASON 2016-2017

Fuentes-Dávila, Guillermo[1*]; Rosas-Jáuregui, I.A., Félix-Fuentes, J.L., Torres-Cruz, M.M., Félix-Valencia, P.

INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, km 12 Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora 85000. *Autor principal: fuentes.davila@gmail.com

RESUMEN

Veintisiete líneas avanzadas y tres variedades comerciales de trigo cristalino se evaluaron para resistencia a la punta negra durante el ciclo agrícola 2016-2017 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug. Las fechas de siembra fueron noviembre 17 y 24, 2016. La cosecha se hizo a mano y la evaluación mediante inspección visual contando el número de granos sanos e infectados en 10 espigas por línea y de esta forma se calculó el porcentaje de infección. El rango de infección para la primera fecha de siembra fue de 0 a 9.4%, con un promedio de 1.4, y para la segunda fue de 0 a 16.3%, con un promedio de 2.6%. Dentro de las categorías de infección en base al promedio de los datos de las dos fechas, dos líneas no presentaron granos infectados, veinte líneas estuvieron en la categoría 0.1-2.5%, seis en la de 2.6-5.0% y dos en la de 5.1-10.0%. Las variedades Baroyeca Oro C2013, CIRNO C2008 y Quetchehueca Oro C2013 presentaron un promedio de infección de 1.0, 1.5 y 2.4%, respectivamente.

ABSTRACT

Twenty seven durum wheat advanced lines and three commercial cultivars were evaluated for resistance to black point during the crop season 2016-2017, at the Norman E. Borlaug Experimental Station in two sowing dates (November 17 and 24, 2016). Harvest and threshing were done manually in ten spikes per line, and the evaluation by visual inspection, counting healthy and infected grains to calculate the percentage of infection. The range of infection for the first sowing date was 0 to 9.4%, with an average of 1.4, and for the second date 0 to 16.3%, with an average of 2.6%. Within the infection categories based on the average of both dates, two lines did not show any infected grains, twenty lines fell in the 0.1-

2.5% category, six in 2.6-5.0%, and two in 5.1-10.0%. Commercial cultivars Baroyeca Oro C2013, CIRNO C2008, and Quetchehueca Oro C2013 showed an infection average of 1.0, 1.5, and 2.4%, respectively.

INTRODUCCIÓN

Muchas especies de hongos se pueden aislar de la semilla de trigo recién cosechada, incluyendo de los géneros *Alternaria*, *Fusarium* y *Helminthosporium*, los cuales son importantes en áreas con alta humedad relativa pudiendo causar infección en la semilla cuando la humedad relativa es superior al 90% y el de la semilla al 20%. Durante la maduración de la semilla, la presencia de lluvia así como la alta humedad favorecen el desarrollo de la punta negra (Prescott *et al*., 1986; Watkins, 2013). La semilla en desarrollo expandiéndose es la más susceptible. La semilla que presenta senescencia prematura también es más propensa a desarrollar punta negra ya que muchos de los agentes causales son saprófitos (Wiese, 1987). Generalmente *Alternaria alternata* y *Bipolaris sorokiniana* son considerados como agentes primarios causantes de esta enfermedad (Mathur y Cunfer, 1993). Aunque las espigas infectadas pueden tener una apariencia normal, en el interior de las glumas se pueden presentar lesiones elípticas de color café a negras. La enfermedad es más pronunciada en áreas con un color café oscuro a negro, usualmente alrededor del embrión de la semilla (Fig. 1); las infecciones severas causan decoloración y chupado de la semilla (Mathur y Cunfer, 1993). La punta negra es endémica en el sur de Sonora en trigo cristalino y harinero, aunque su incidencia varía de un año a otro; también afecta al triticale (Fuentes-Dávila *et al*., 2014; 2018a). En los programas de mejoramiento de trigo se descartan las semillas que presentan punta negra; sin embargo, no existe un programa específico para evaluar la punta negra en Sonora, tanto en introducciones, poblaciones segregantes y/o líneas avanzadas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la reacción de un grupo selecto de líneas avanzadas y tres variedades de trigo cristalino a la punta negra bajo infección natural, durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2016-2017.

Figura. 1. Síntomas de la punta negra en el grano de trigo**.**

MATERIALES Y MÉTODOS

Veintisiete líneas avanzadas de trigo cristalino y las variedades comerciales CIRNO C2008, Quetchehueca Oro C2013 y Baroyeca Oro C2013 se evaluaron para resistencia a la punta negra durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2016-2017 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui, Sonora a 27º22´3.01" N y 109º55´40.22" W en un suelo de textura arcillosa y pH de 7.8. Las fechas de siembra fueron noviembre 17 y 24, 2016, usando aproximadamente 8 g de semilla para un surco de 0.7 m de largo en cama de dos hileras sin repeticiones. La fertilización consistió en 150 kg/ha de urea antes de la siembra. Se aplicó un riego de germinación y tres riegos de auxilio durante el ciclo y al momento del primer riego de auxilio se aplicaron 100 kg/ha de urea. Treinta días después de la siembra, se aplicó el herbicida Situi® xl (metsulfuron metil) a dosis de 25 g/ha de producto comercial. La cosecha se hizo a mano y la evaluación mediante inspección visual contando el número de granos sanos e infectados en 10 espigas por línea, sin tomar en consideración el tamaño de las lesiones. De esta forma se calculó el porcentaje de infección. Las líneas avanzadas que se probaron se originaron del programa colaborativo CIMMYT-INIFAP.

RESULTADOSY DISCUSIÓN

El rango de infección para la primera fecha de siembra fue de 0 a 9.4%, con un promedio de 1.4; once líneas y CIRNO C2008 no presentaron granos infectados, diez líneas y Baroyeca Oro C2013 presentaron entre 0.1-2.5% de infección, cinco líneas y Quetchehueca Oro C2013 entre 2.6-5.0% y una línea entre 5.1-10%. El rango de infección para la segunda fue de 0 a 16.3%, con un promedio de 2.6%; seis líneas no presentaron granos infectados, diez líneas y Quetchehueca Oro C2013 y Baroyeca Oro C2013 presentaron entre 0.1-2.5% de infección, ocho líneas y CIRNO C2008 entre 2.6-5.0%, una línea entre 5.1-10% y dos entre 10.1-30% de infección. El promedio de infección de cada línea y variedad en las dos fechas se muestra en la Figura 2 y las líneas que no presentaron granos infectados se presentan en el Cuadro 1. Las líneas que presentaron los porcentajes promedio más altos de infección de las dos fechas de siembra fueron: WBDTBO/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA-D/5/AVO/ HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHEN/ALTAR84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/1

1/ MÂALI/10/ALTAR84/CMH82A.1062//ALTAR84/3/YAZI_10/4/SNITAN/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE con 8.5% de infección y GUAYACANINIA/GUANAY//PORRON_4/BEJAH_7/7/CAMAYO//HYDRANASSA30/SILVER_5/3/SOOTY_9/RASCON_37/5/DUKEM_15/3/BISU_1/PLATA_16//RISSA/4/SOOTY_9/RASCON_37/6/SOOTY_9/RASCON_37//TILO_1/LOTUS_4/8/ALTAR84/BINTEPE85/3/STOT//ALTAR84/ALD/4/POD_11/YAZI_1/5/ VANRRI con 8.1. Dentro de las categorías de infección en base al promedio de los datos de las dos fechas, dos líneas no presentaron granos infectados, veinte líneas estuvieron en la categoría 0.1-2.5%, seis en la de 2.6-5.0% y dos en la de 5.1-10.0%. Las variedades Baroyeca Oro C2013, CIRNO C2008 y Quetchehueca Oro C2013 presentaron un promedio de infección de 1.0, 1.5 y 2.4%, respectivamente (Fig. 3).

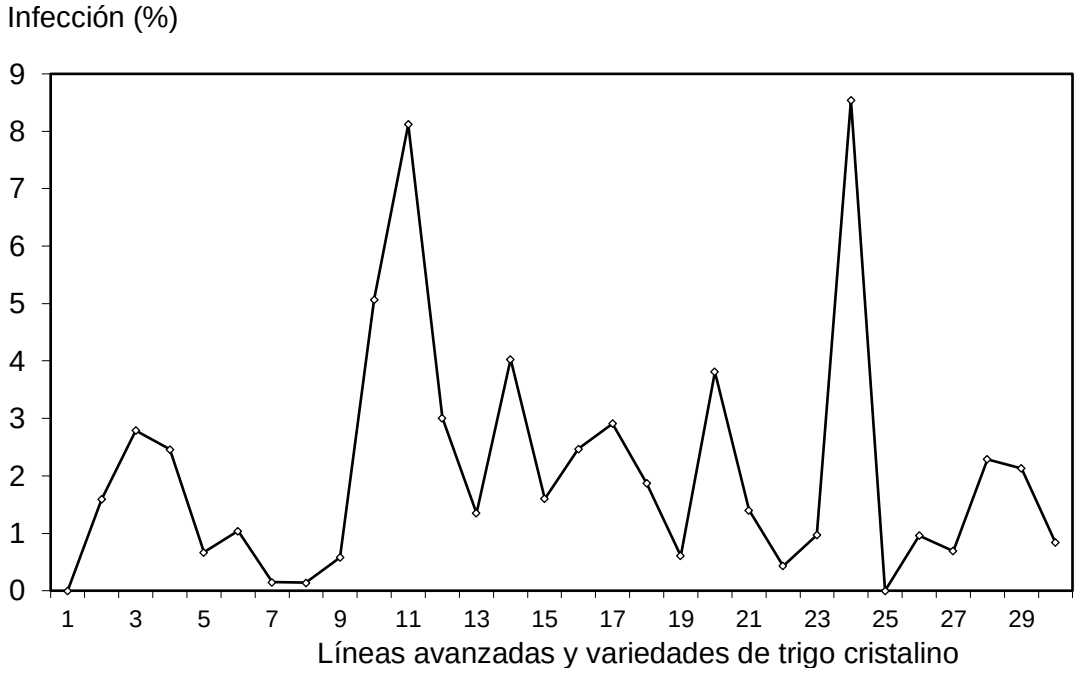


Figura 2. Porcentaje promedio de infección de dos fechas con punta negra, de 27 líneas avanzadas y 3 variedades comerciales de trigo cristalino, evaluadas bajo condiciones naturales en el ciclo 2016-2017, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México. 2= CIRNO C2008, 4= Quetchehueca Oro C2013, 6= Baroyeca Oro C2013.

El promedio general de infección del grupo de líneas y variedades fue de 2.0% con un rango de 0 a 8.5%, aunque algunas líneas presentaron porcentajes más altos de

infección en las diferentes fechas como WBDTBO/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA-D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHEN/ALTAR84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/ FNFOOT/11/MÂALI/10/ALTAR84/CMH82A.1062//ALTAR84/3/YAZI_10/4/SNITAN/9/USDA595 /3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/ HUI/YAV_1/6/ARDENTE con 16.3%, GUAYACANINIA/GUANAY// PORRON_4/BEJAH_7/7/CAMAYO//HYDRANASSA30/SILVER_5/3/SOOTY_9/RASCON_37/5/ DUKEM_15/3/BISU_1/PLATA_16//RISSA/4/SOOTY_9/RASCON_37/6/SOOTY_9/RASCON_37//TILO_1/LOTUS_4/8/ALTAR84/BINTEPE85/3/STOT//ALTAR84/ALD/4/POD_11/YAZI_1/5/ VANRRI con 12.1, ambas en la segunda fecha, y GUAYACANINIA/POMA_2//SNITAN/4/ D86135/ACO89//PORRON_4/3/SNITAN/7/CAMAYO//HYDRANASSA30/SILVER_5/3/SOOTY_9/RASCON_37/5/DUKEM_15/3/BISU_1/PLATA_16//RISSA/4/SOOTY_9/RASCON_37/6/SOOTY_9/RASCON_37//TILO_1/LOTUS_4 con 9.4% en la primera fecha.

Cuadro 1. Líneas avanzadas de trigo cristalino que no presentaron granos infectados con punta negra (*Alternaria* spp.), y que se evaluaron en campo bajo inoculación natural en dos fechas de siembra, durante el ciclo agrícola 2016-2017, en el Valle del Yaqui, Sonora, México.

No.	Pedigrí e historial de selección
1	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHEN/ALTAR84/3/HUI/POC// BUB/RUFO/4/FNFOOT/7/SORA/2*PLATA_12/3/SORA/2*PLATA_12//SOMAT_3/4/AJAIA_13/YAZI/ /DIPPER_2/BUSHEN_3 CDSS11Y00431S-099Y-032M-53Y-0M-06Y-0B
2	DWL5023/7/MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHEN/ALTAR 84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT CDSS11Y00346S-099Y-022M-24Y-0M-06Y-0B

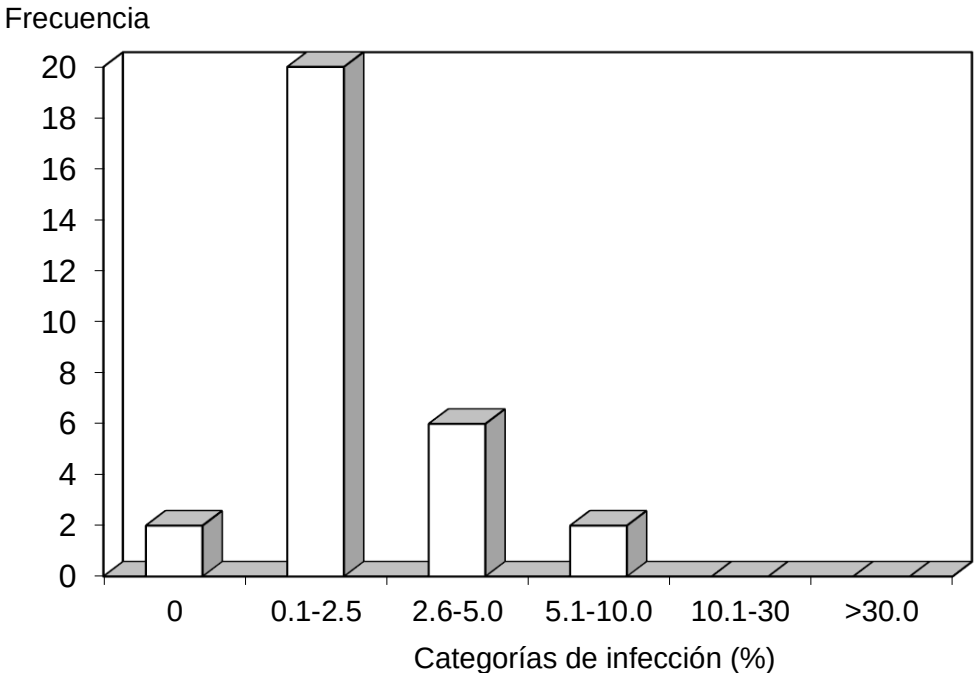


Figura 3. Categorías de infección (%) por punta negra, de líneas avanzadas y variedades comerciales de trigo cristalino evaluadas bajo condiciones naturales en el ciclo 2016-2017, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, Mexico.

El promedio de infección del grupo de líneas evaluado en este trabajo fue de 2.0%, sin embargo, algunas presentaron porcentajes de infección alto en alguna de las fechas de siembra, por lo que es importante se continúen las evaluaciones para asegurar niveles aceptables de resistencia y/o tolerancia a la punta negra en los nuevos materiales promisorios de trigo cristalino, para producir un cultivo comercialmente viable para los productores del estado de Sonora y que satisfaga los requerimientos de la industria.

CONCLUSIONES

Las líneas experimentales de trigo cristalino MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHEN/ALTAR84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/7/SORA/2*PLATA_12/3/SORA /2*PLATA_12//SOMAT_3/4/AJAIA_13/YAZI//DIPPER_2/BUSHEN_3 y DWL5023/7/MOHAWK/6/

LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHEN/ALTAR84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/ FNFOOT no presentaron granos infectados con punta negra.

REFERENCIAS

Fuentes Dávila Guillermo, Ammar Karim, Figueroa López Pedro, Camacho Casas Miguel Alfonso, Félix Valencia Pedro, Cortés Jiménez Juan Manuel, Félix Fuentes José Luis, Chávez Villalba Gabriela y Ortiz Ávalos Alma Angélica. 2014. Reacción a la punta negra de líneas avanzadas de triticale durante el ciclo agrícola 2011-2012. pp. 345-350. Memorias del XVII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Octubre 9 y 10, 2014. Mexicali, Baja California, México. 622 p.

Fuentes-Dávila, G., Ammar, K., Rosas-Jáuregui, I.A., Ayón-Ibarra, C.A., Félix-Valencia, P., Camacho-Casas, M.A., Félix-Fuentes, J.L. y Chávez-Villalba, G. 2018a. Reacción de líneas de triticale a la punta negra (*Alternaria* spp.) bajo infección natural en el ciclo 2015-16. XX Congreso Internacional y XLV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Agosto 20-24, 2018. Saltillo, Coahuila, México. Suplemento de la Revista Mexicana de Fitopatología 36, Resumen 35, S45-46.

Mathur, S.B., and Cunfer, B.M. 1993. Seed-borne Diseases and Seed Health Testing of Wheat. Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries. Hellerup, Denmark. 168 p.

Prescott, J.M., Burnett, P.A., Saari, E.E., Ramsom, J., Bowman, J., de Milliano, W., Singh, R.P., and Bekele, G. 1986. Wheat Diseases and Pests: A guide for field identification. CIMMYT. Mexico, D.F. 135 p.

Watkins, J.E. 2013. Black point disease of wheat. University of Nebraska-Lincoln. http://baylor.agrilife.org/files/2011/06/blackpointnebguide_2.pdf. Consultado el 23 de Mazo, 2014.

Wiese, M.V. 1987. Compendium of Wheat Diseases. APS Press. The American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USA. 112 p.

RESPUESTA DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris, L.*) DE PRIMAVERA- VERANO EN FECHA TARDÍA BAJO RIEGO POR GOTEO A LA APLICACIÓN DE NUTRIENTES FOLIARES EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

RESPONSE OF BEANS (*Phaseolus vulgaris, L.*) SEASON SPRING-SUMMER ON LATE DATE UNDER DRIP IRRIGATION TO THE APPLICATION OF FOLIAR NUTRIENTS IN THE YAQUI VALLEY, SONORA.

Ortiz-Enríquez, J. Eliseo[1]*; Muñoz Valenzuela Sergio[2], Félix Valencia Pedro[1], Padilla Valenzuela Isidoro[1] y Marroquín Morales J. Ángel[1]

[1]INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug[1] y MC Asesor[2]

***Autor principal: ortiz.eliseo@inifap.gob.mx**

RESUMEN

En el estado de Sonora se siembran 9,500 ha de frijol y de éstas el 70% corresponden al sur de Sonora. En el Valle del Yaqui el frijol se siembra en dos ciclos: El de Primavera Verano (P-V) y el de Otoño-Invierno (O-I), con mayor superficie en el ciclo O-I. Las condiciones climáticas en ambos ciclos son diferentes, el ciclo de P-V inicia a finales de enero y termina a inicio de junio, la etapa vegetativa comienza con temperaturas bajas de 6 a 25 °C y de floración en adelante ocurren temperaturas de 32 a 40°C, por lo que la caída de flores, aborto, pegado de vainas y grano es una limitante, reduciéndose el rendimiento. El trabajo se llevó a cabo en el ciclo P-V 2020 en una parcela de un productor del Valle del Yaqui localizada en el Block 2110, con una superficie de 7 ha para cada tratamiento o producto, fueron cuatro: Austar (Paclobutrazol), FloraStart, Tricel 20 más Aminocel 500 y el testigo. Los resultados fueron los siguientes: Hubo diferencia estadística entre los productos estudiados para las variables rendimiento de grano, número de vainas/planta y peso de grano en gramos/planta. Los mejores productos fueron el FloraStart en primer lugar, en segundo lugar el Austar (Paclobutrazol), en tercer lugar la mezcla de Tricel 20 más Aminocel 500 y al final el testigo.

ABSTRACT

In the state of Sonora 9,500 ha of beans are planted and of these 70% correspond to the south of Sonora. In the Yaqui Valley, beans are planted in two seasons: Spring-Summer (S-

S) and Autumn-Winter (A-W), with a larger area in the A-W cycle. The climatic conditions in both seasons are different, the S-S season begins at the end of January and ends at the beginning of June, the vegetative stage begins with low temperatures of 6 to 25 °C and from flowering onwards there are temperatures of 32 to 40 °C, so the fall of flowers, abortion, sticking of pods and grain is a limitation, reducing the yield. This trail was carried out in the S-S season 2020 in a plot of a grower in the Yaqui Valley located in Block 2110, with an area of 7 ha for each treatment or product, there were four: Austar (Paclobutrazol), FloraStart, Tricel 20 plus Aminocel 500 and the control. The results were the following: There was a statistical difference between the products studied for the variables grain yield, number of pods/plant and grain weight in grams/plant. The best products were FloraStart in first place, in second place Austar (Paclobutrazol), in third place the mixture of Tricel 20 plus Aminocel 500 and lastly the control.

INTRODUCCIÓN

Entre los factores que limitan la producción de frijol en México se encuentran las enfermedades foliares, de raíz y las plagas. El consumo de frijol aumenta cada año y se tienen que importar más de 140 mil toneladas de frijol de Estados Unidos y de Argentina. Se necesitan 1.3 millones de toneladas para cubrir la demanda nacional y se producen menos de la mitad. El 70 % del frijol en México se desarrolla bajo temporal, por lo cual la productividad es altamente vulnerable, por la sequía. En Sonora el frijol es producido bajo condiciones de riego, debido a la escasez del agua es urgente contar con sistemas de riego y variedades que utilicen más eficientemente el agua. En el estado se siembran, 9,500 ha de frijol y de éstas el 70% corresponden al sur de Sonora (Valles del Yaqui y Mayo). En el Valle del Yaqui, el frijol se siembra en dos ciclos: El de Primavera Verano (P-V) y el de Otoño-Invierno (O-I), con mayor superficie en el ciclo O-I. Las condiciones climáticas en ambos ciclos son diferentes igualmente la demanda de agua.

El ciclo O-I inicia a finales de septiembre y termina a inicios de febrero en su etapa vegetativa se presentan altas temperaturas hasta de 40 °C y de floración en adelante son temperaturas de 25 a 32 °C y en la etapa de llenado de grano hay probabilidades de heladas y el ciclo de P-V inicia a finales de enero y termina a inicio de junio, aquí la etapa vegetativa inicia con temperaturas bajas de 6 a 25 °C y de floración en adelante ocurren temperaturas de 32 a 40°C, por lo que la caída de flores, aborto y pegado de vainas y grano es una

limitante, reduciéndose el rendimiento drásticamente al grado de producir puro follaje (biomasa). En la siembra de frijol comercial sobre todo en el ciclo Primavera-Verano es una práctica la aplicación de productos foliares a base de nutrientes para reducir el aborto de flores, caída de botones y vainas, existen diversas marcas y empresas que comercializan dichos productos, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar tres productos foliares a base de nutrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el ciclo Primavera-Verano (P-V) 2020 en una parcela de un productor del Valle del Yaqui, Sonora localizada en el Block 2110, con una superficie de 7 ha para cada tratamiento o producto, los cuales fueron cuatro: Austar (Paclobutrazol), FloraStart, Tricel 20 más Aminocel 500 y el testigo. El Paclobutrazol es un triazol que retarda el crecimiento vegetal debido a que bloquea la síntesis de giberelinas, aunque afecta también a otras hormonas (Berova y Zlatev, 2000; Cárdenas y Rojas, 2003). El FloraStart es una solución para mejorar la floración y cuajado de frutos y con una composición de potasio, molibdeno, fósforo, boro y aminoácidos. El Tricel 20 es un nutriente foliar con aminoácidos y extractos de origen orgánico con nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, L-aminoácidos, fierro, cobre, zinc, manganeso, boro y molibdeno. El Aminocell 500 es un complejo de aminoácidos para aplicación foliar y al suelo con nitrógeno, fósforo, potasio, fierro, zinc, manganeso, magnesio, molibdeno y boro.

El tipo de suelo fue arcilloso, el cultivo anterior fue maíz, la preparación del terreno fue doble paso de rastra, trazo de camas a 1.60 m de separación y al mismo tiempo instalación de la cinta de rego a 10 cm de profundidad, posteriormente se aplicó el riego de presiembra del 7 al 15 de marzo de 2020. La siembra fue en suelo húmedo del 19 al 25 de marzo de 2020 considerada como fecha tardía de acuerdo al INIFAP (Padilla *et al* 2009). Se utilizó una sembradora de precisión marca Monosem, depositando 18 semillas por metro lineal a 6 cm de profundidad, para tener una población de 14 plantas por m lineal a la emergencia y se sembró la variedad de frijol pinto Bill Z, las hileras de siembra separadas a 60 cm. En cuanto a la fertilización se aplicó 46 kg/ha de nitrógeno utilizando urea aplicado en el primer riego de auxilio acompañado de 30 litros/ha de ácido fosfórico. Se realizó un muestreo de cada tratamiento de 1 m lineal con 4 repeticiones a lo largo de toda la parcela y de ahí se contaron las diferentes variables evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de grano

El rendimiento de grano fue estimado en base al número de plantas a cosecha (11 plantas por metro lineal), el peso de grano por planta, la separación entre camas y el número de hileras por cama. El análisis de varianza detectó diferencia significativa entre los tratamientos o productos foliares aplicados, el mayor rendimiento fue de 5,408 kg/ha para el producto FloraStart, estadísticamente superior a los otros tres tratamientos. El producto Austar (Paclobutrazol) produjo 3,819 kg/ha estadísticamente igual al tratamiento que fue la mezcla de Tricel 20 más Aminocel 500 rindió 3,757 kg7ha. El de menor rendimiento fue el testigo sin aplicar con 2,898 kg/ha. Estos rendimientos están considerados altos para un ciclo de P-V en esta región sobre todo manejado con el riego tradicional, esto debido a las altas temperaturas y que se presentan en este ciclo. Trinidad y Aguilar, 1999 dan a conocer que la fertilización foliar, es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la fertilización al suelo. Las hojas juegan un papel muy importante en el aprovechamiento de los nutrimentos, algunos componentes de ésta participan en la absorción de los iones. Varios trabajos de fertilización foliar han demostrado su bondad en la respuesta positiva de los cultivos, sin embargo, los incrementos de rendimiento por el uso de esta práctica han sido muy variables.

De acuerdo a Bliss 1980, el ITESCAM 2009 citado por Padilla *et al* 2009 dan a conocer que el frijol es una planta de clima húmedo y benigno, dando las mejores producciones en climas cálidos y requiere de 16 a 28 °C para su crecimiento, por arriba de los 30 °C aparecen deformaciones en las vainas y se produce el aborto de flores. Estos autores también reportan que la temperatura óptima para la polinización es de 15 a 25 °C y la temperatura optima del día es de 21 a 28 °C.

Número de vainas por planta.

Se realizó el análisis de varianza para la variable número de vainas por planta resultando diferencia significativa entre los tratamientos estudiados, el mayor dato fue de 25.22 vainas por planta para el producto FloraStart estadísticamente igual al producto Paclobutrazol con 23.10 vainas. En tercer lugar está el tratamiento Tricel 20 más Aminocel 500 con 21.72 vainas y al final el testigo sin aplicar con 16.42 vainas por planta y estadísticamente diferente al resto. Por lo que se infiere que cualquiera de los productos aplicados aumentó el número de vainas por planta. En este sentido Dapaah, Mckenzie y Hill 2010 dan a conocer que lo que más influye positivamente o correlaciona con el rendimiento de grano

es el número de vainas por planta y el peso de 100 semillas. Padilla *et al*, 2009 encontró valores promedio de 16.8 vainas por planta para la variedad Pinto Bill Z para un rendimiento de 2.84 ton/ha.

Peso de grano en gramos por vaina

Se realizó el análisis de varianza para la variable peso de grano por vaina resultando diferencia significativa entre los tratamientos o productos estudiados, el mayor peso fue de 1.53 gramos por cada vaina para el producto FloraStart estadísticamente diferente al resto. Los tratamientos de Paclobutrazol, Tricel 20 más Aminocel 500 y el testigo resultaron estadísticamente iguales entre sí con 1.22, 1.28 y 1.23 gramos por vaina.

Peso de grano en gramos por planta

Se realizó el análisis de varianza para la variable peso de grano en gramos por planta resultando diferencia significativa entre los tratamientos, el mayor peso fue de 38.08 gramos de grano por planta para el producto FloraStart estadísticamente superior a todos los demás, en segundo lugar el Paclobutrazol y el Tricel 20 más Aminocel 500 con 27.77 y 27.32 gramos de grano por planta, respectivamente y al final el testigo sin aplicar con un peso de 21.05 gramos por planta. Por lo que se infiere que cualquiera de los productos aplicados aumentó el peso de grano por planta con respecto al testigo sin aplicar. Se observa que esta variable está relacionada con el rendimiento de grano ya que los tratamientos de mayor rendimiento de grano fueron el FloraStart y el Paclobutrazol y también los de mayor peso de grano por planta. En el cuadro 1 se describe el dato promedio de cada una de las variables medidas y /o estudiadas en respuesta a cada uno de los productos probados.

Cuadro 1. Promedio de cada una de las variables estudiadas en el cultivo de frijol variedad Pinto Bill Z bajo riego por goteo, en el Valle del Yaqui, Sonora. PV 2020.

Tratamientos	Rendimiento estimado kg/ha	Número de vainas/planta	Peso de grano en gr/planta	Peso de grano en gramos/vaina
Paclobutrazol	3,819	22.9	27.8	1.22
FloraStart	5,408	25.2	38.1	1.53
Tricel 20 más Aminocel 500	3,757	21.7	27.3	1.28
Testigo	2,898	16.4	21.0	1.23

Longitud de la vaina en cm

Se realizó el análisis de varianza para la variable longitud de vaina resultando que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos o productos estudiados, la mayor longitud fue 11.74 cm con el Tricel 20 más Aminocel 500, enseguida el testigo con 11.29 cm, el FloraStart con 11.13 cm y el Paclobutrazol con 10.88 cm de longitud de vaina.

Número de granos por vaina

Se realizó el análisis de varianza para la variable número de granos por vaina resultando que no hubo diferencia estadística entre tratamientos, el mayor número de granos fue de 4.75 granos por vaina para el FloraStart, en segundo lugar Paclobutrazol y el testigo con 4.60 y 4.60 granos por vaina, respectivamente y al último el Tricel 20 más Aminocel con 4.55 granos por vaina. Por lo que se infiere que los productos aplicados no influyeron en el número de granos por vaina.

Cont. Cuadro 1. Promedio de cada una de las variables estudiadas en el cultivo de frijol variedad Pinto Bill Z bajo riego por goteo, en el Valle del Yaqui. Ciclo PV 2020.

Tratamientos	Longitud de la vaina en cm	Número de granos/vaina
Paclobutrazol	10.88	4.6
FloraStart	11.13	4.8
Tricel 20 más Aminocel 500	11.74	4.5
Testigo	11.29	4.6

CONCLUSIONES

Los productos foliares aplicados influyeron positivamente en el rendimiento de grano. El mayor rendimiento se obtuvo con los productos FloraStart y el Paclobutrazol. El número de vainas/ planta y el peso de grano/planta influyeron en el rendimiento.

REFERENCIAS

Aminocel 500. 2020. Complejo de L-Aminoácidos libres para aplicación foliar y al suelo. Cosmocel S.A., División Agrícola. Consulta en internet agosto de 2020.

Berova, M., Zlatev, Z. 2000. Physiological response and yield of Paclobutrazol treated tomato plants. Plant Growth Regulation 30: 117–123. En: Pérez, B.M.H., Osuna, G.J.A., Sánchez, L.R. y Vásquez, V.V. 2011. El Paclobutrazol como promotor de la floración en mango 'manila', aún sin condiciones ambientales inductivas. Revista Chapingo Serie Horticultura volumen 17.

Dapaah, H.K., Mckenzie, B.A. and Hill, .G.D.. 2010. Effects of irrigation and sowing date on phenology and yield of pinto beans (Phaseolus vulgaris, L.) in Canterbury, New Zealand.Journal of crop and Horticultural Sciences, 27;4, 297-305.

FloraStart. 2020. Floración y cuajado de fruto. Tradecorp nutri-perfomnance. TradecorpMéxico. Consulta en internet agosto de 2020.

Padilla, V.I., Castillo, T.N., Ramírez, A.J.A., Armenta, C.I., Cabrera, C.F., Madrid, C.M. y Ortiz, E.J.E. 2009. Manual para la producción de frijol en el sur de Sonora. Campo Experimental Valle del Yaqui-CIRNO-INIFAP. Folleto Técnico Num 69.

Trinidad. S.A. y Aguilar, M.D. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos latinoamericanos. 225 pág. México. Revista Terra. Vol 17. Num 3.

MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO CON SENSORES PARA LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN TRIGO (*Triticum aestivum*, L.) BAJO RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

MONITORING OF SOIL MOISTURE WITH SENSORS FOR THE IRRIGATION SCHEDULING IN WHEAT (Triticum aestivum, L.) UNDER SPRINKLER IRRIGATION IN THE YAQUI VALLEY, SONORA

Ortiz-Enríquez, J. Eliseo[1]*; Padilla Valenzuela Isidoro[1], Félix Valencia Pedro[1] Marroquín Morales J. Ángel[1] y Ortiz Muñoz Martín E[2].

[1]INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug[1] y MC Asesor[2]
***Autor principal: ortiz.eliseo@inifap.gob.mx**

RESUMEN

El rendimiento menor de trigo en el período de 1981 al 2017 fue de 4.2 a 5.0 ton/ha y se presentó de 1981 al 95 y el mayor fue de 5.5 a 7.1 ton/ha durante 1996 al 2017. El mayor rendimiento de la historia fue de 7.1 ton/ha en el 2011-12 y 2012-13. La mayor superficie de siembra fue de 182,350 a 191,454 ha de 1984 al 2013 y la menor fue de 26,097 ha en el ciclo 2003-04 debido a la sequía. Este trabajo se llevó a cabo en el Valle del Yaqui, Sonora en el Block 1020, validando el sistema de riego por aspersión tipo avance frontal pivoteable en trigo con dos variedades y llevando un monitoreo de la humedad del suelo para decidir el momento de los riegos utilizando sensores. El mayor rendimiento fue de 7,722 kg/ha para la variedad Norman y de 7,240 kg/ha para Borlaug. La lámina aplicada fue de 52.8 cm contra 72 cm del riego por gravedad. La productividad del agua en promedio fue de 706 litros para producir un kilo de grano. El monitoreo de la humedad del suelo utilizando sensores es una muy buena herramienta para la programación del riego en trigo bajo riego por aspersión.

ABSTRACT

The lowest yield of wheat in the period from 1981 to 2017 was 4.2 to 5.0 ton/ha and was presented from 1981 to 95 and the highest was from 5.5 to 7.1 ton/ha during 1996 to 2017. The highest yield in history was of 7.1 ton/ha in 2011-12 and 2012-13. The largest sowing area was 182,350 to 191,454 ha from 1984 to 2013 and the lowest was 26,097 ha in the 2003-04 season due to the drought. This trial was carried out in the Yaqui Valley, Sonora in Block 1020, validating the system sprinkler irrigation type front advance pivotable in wheat

with two varieties and carrying a soil moisture monitoring to decide the timing of the irrigation using sensors. The highest yield was 7,722 kg/ha for the Norman variety and 7,240 kg/ha for Borlaug. The water table applied was 52.8 cm versus 72 cm of surface irrigation. The water productivity on average was 706 liters to produce a kilogram of grain. The monitoring of soil moisture using sensors is a very good tool for programming irrigation in wheat under sprinkler irrigation.

INTRODUCCIÓN

En la figura 1 se observa el rendimiento de trigo de 1981 al 2017, el rendimiento menor se presentó de 1981 a 1995 y el mayor de 1996 al 2017 y el rendimiento excepcional de 7.1 ton/ha fue el 20011-12 y 2012-13, considerados los más altos de la historia. En la Figura 2 se presenta la superficie de siembra de 1981 al 2017, la mayor superficie fue 182,350 a 191,454 ha en los períodos 1984 a 1986, 1999-2000, 2001-2002, 2008-2010 y el ciclo 2012-2013. La menor superficie fue de 26,097 ha regada con pozo, no se sembró ninguna hectárea con agua de la presa debido a la sequía en el 2003-04 y se observa una disminución del 2013 a la fecha.

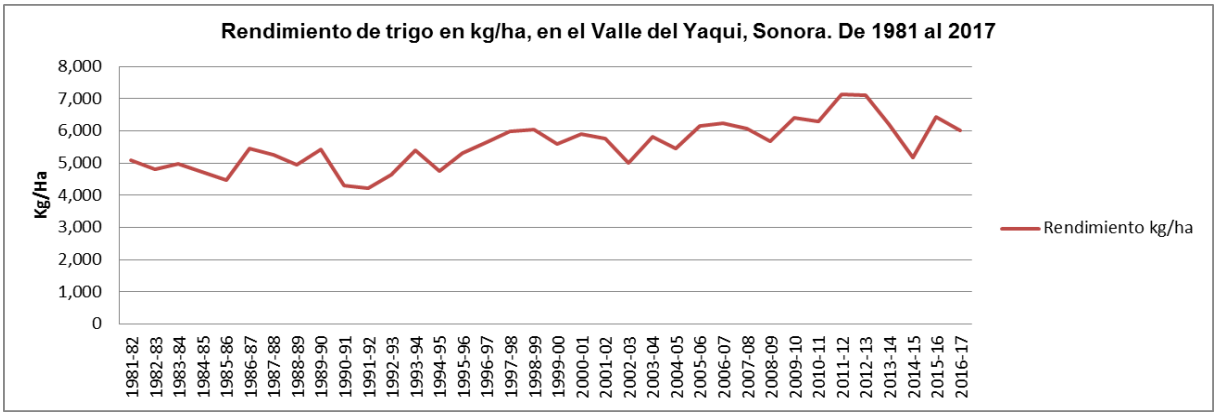


Figura 1: Rendimiento de trigo en el Valle del Yaqui, Sonora de 1981 al 2017

En el Valle del Yaqui, la introducción de los sistemas de riego presurizados es reciente y se encuentra instalado en huertas, hortalizas y muy poco en granos. Debido a cada vez mayor escases de agua ha ocasionado reducción en el área de siembra de verano, lo cual hace que exista una mayor necesidad de mejorar su eficiencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el ciclo otoño-invierno 2017-18 en un campo de un productor del Valle del Yaqui, Sonora, localizado en el Block 1020, la superficie fue de 84 ha. El tipo de suelo fue arcillo-arenoso, sin problemas de sales. Esta parte del Valle es una zona de bombeo, el pozo de un gasto de 62 litros/segundo (LPS) y descarga a un represo. La preparación del terreno fue cinceleo, doble paso de rastra, fertilización con la fórmula 250-52-00 de N-P-K, más 8 ton/ha de gallinaza. Se realizó el surcado a una separación de 80 cm. Para el manejo y operación del campo el terreno se dividió en cuatro tablas. Se aplicó el riego de presiembra con un sistema de riego por aspersión tipo avance frontal pivoteable, el cual se alimentó con un gasto de 72 LPS. Se revistió mecánicamente para formar la cama de siembra, entonces la siembra fue en húmedo.

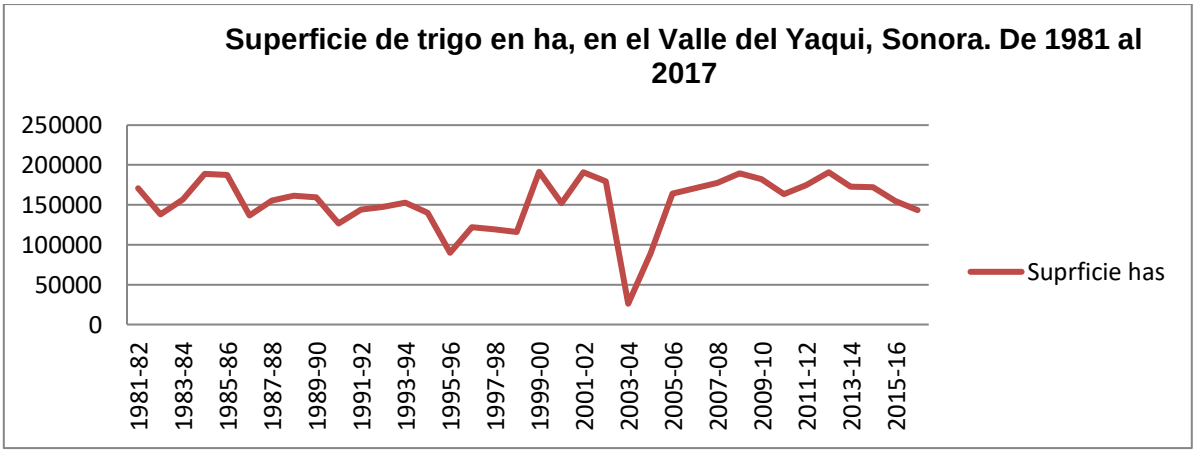


Figura 2: Superficie de siembra de trigo en el Valle del Yaqui, Sonora de 1981 al 2017

Se sembraron dos variedades de trigo harinero: Borlaug (una tabla de 21 ha) y Norman (tres tablas de 21 ha cada una), con una densidad de siembra de 130 kg/ha y con tres hileras arriba del lomo o corona del surco. La fecha de siembra fue del 1 al 15 de diciembre de 2017. Para la toma de la decisión de cuándo aplicar los riegos se llevó a cabo un monitoreo de la humedad del suelo y se utilizaron sensores marca Watermark (Cuadro 1) y se acondicionaron en tubos de PVC (Policloruro de Vinilo) y fueron instalados en el suelo a tres profundidades, a 25, 50 y 75 cm, las lecturas son dadas en centibars (Cb) y fueron tomadas aproximadamente cada tres días, pero siempre una antes de regar y otra lectura después de regar.

Cuadro 1. Interpretación de las lecturas de los sensores. CENEB-CIRNO-INIFAP.

Lecturas en Centibars	Interpretación
Mayor de 80	Seco
20-60	Es el intervalo para regar, depende de la textura del suelo, cultivo y sistema de riego.
10-20	Cerca de la capacidad de campo del suelo
00-10	Saturado

Fuente: Shock, C.C. *et al* 2013

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de Grano

La cosecha fue del 2 al 10 de mayo de 2018 a los 145 a 150 días. El rendimiento en la tabla 1 produjo 7,842 kg/ha y la tabla 2 con 7,859 kg/ha. La tabla 3 rindió 7,465 kg/ha sembrada del 10 al 12 de diciembre, un 5% menos que las tablas 1 y 2, en promedio la variedad Norman produjo 7,722 kg/ha. La tabla 4 (variedad Borlaug) rindió 7,240 kg/ha.

Cuadro 2. Rendimiento de trigo bajo Riego por Aspersión. O-I 2017-18. CENEB-INIFAP.

Tabla	Rendimiento en kg/ha	Variedad
1	7,842	Norman
2	7,859	Norman
3	7,465	Norman
Promedio de tablas 1, 2 y 3	7,722	Norman
4	7,240	Borlaug

Aplicación de los Riegos y Lámina de Riego Aplicada

Se aplicó el riego de presiembra con una lámina de 9.2 cm, en el riego por gravedad se aplican 24 cm. El ahorro de agua bajo riego por aspersión en trigo ha sido señalado por Ortiz *et al,* 2003 y 2011. El **prime**r riego de auxilio se aplicó a los 30 días después de la siembra, en la etapa de Amacollamiento, con un avance de 8.4 ha/turno y a una velocidad del 8 % del sistema de riego y la lámina aplicada fue de 6.5 cm, en el riego por gravedad se aplican de 10 a 18 cm. El **segundo** riego de auxilio se aplicó a los 15 días después del primero, en la etapa final de Amacollamiento, con el mismo avance, velocidad y la lámina aplicada (fue lo mismo para los primeros seis riegos de auxilio). Se aplicó el **tercer** riego a los 15 días después del segundo, en la etapa final de Encañe y de Embuche incipiente. Se

aplicó el **cuarto** riego de auxilio a los 15 días después del tercero, en la etapa de pleno Embuche. El **quinto** riego se aplicó a los 15 días después del cuarto, en la etapa de inicio de Floración completa. En el quinto, sexto y séptimo riego se quitaron los aspersores y se cambiaron por unas mangueras (bajantes) para disminuir el acame. El **sexto** riego de auxilio se aplicó a los 15 días después del quinto, en la etapa de grano acuosos-lechoso y el séptimo y último se aplicó en grano lechoso-masoso con una lámina de 4.6 cm. La lámina total fue de 52.8 cm contra 72 cm del trigo comercial bajo riego por gravedad, es decir, un ahorro de 19.2 cm, o un 36% más de superficie regada.

Productividad del Agua

La productividad del agua es la cantidad de grano producido por unidad de agua aplicada. En trigo se requieren 1,250 litros de agua para producir un kilo de grano con riego por gravedad. Aquí en este trabajo en las tablas 1 y 2 se requirieron 672 litros de agua por kilo, en la tabla 3 fueron 707 litros por kilo. En cuanto a las variedades Norman requirió 683 litros por kilo y Borlaug 729 litros.

Monitoreo de la Humedad del Suelo con Sensores

En la figura 3 se presenta el comportamiento de la humedad del suelo a 25 cm de profundidad, en los primeros cinco riegos el nivel de humedad fue de los 23 a los 47 centibars (Cb) considerado como un nivel de humedad aceptable de acuerdo a Shcok, *et al,* 2013 (Cuadro 1), aquí la raíz se encuentra a los 20 a 65 cm de profundidad (desde inicio de amacollamiento a inicio de floración). La humedad del sexto al séptimo riego si bajó lo suficiente a 76 y 92 Cb. En el quinto riego de auxilio se le quitaron los aspersores, las mangueras no asperjan si no que producen un chorro de agua en el fondo del surco y el humedecimiento no cubre el 100 % de la superficie, por eso las lecturas más elevadas. El comportamiento a los 50 cm (figura 4), en los primeros seis riegos de auxilio el nivel de humedad fue de 12 a los 48 Cb considerado como una humedad aceptable y mayor a los 50 cm. La humedad del séptimo riego si bajó lo suficiente a 89 Cb.

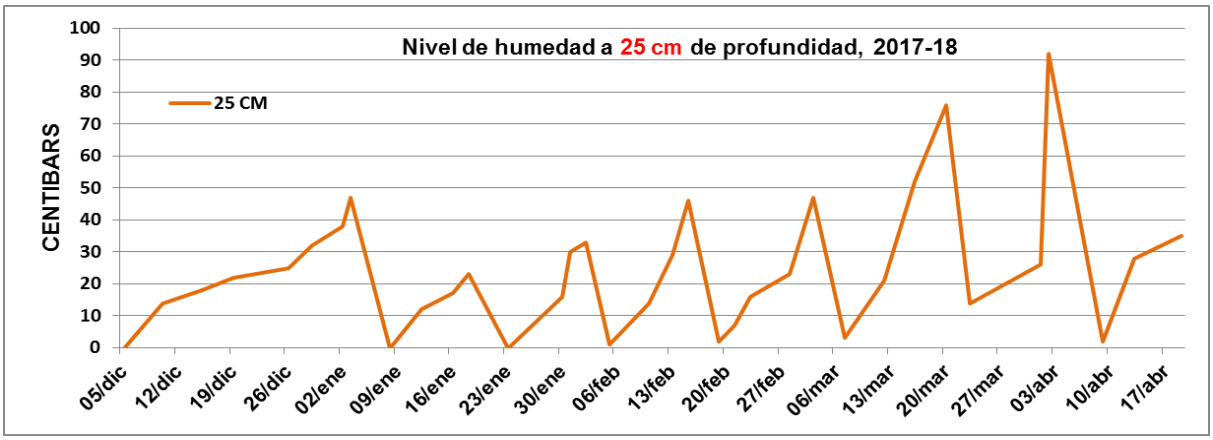


Figura 3: Monitoreo de la humedad del suelo en trigo a los 25 cm de profundidad del suelo.

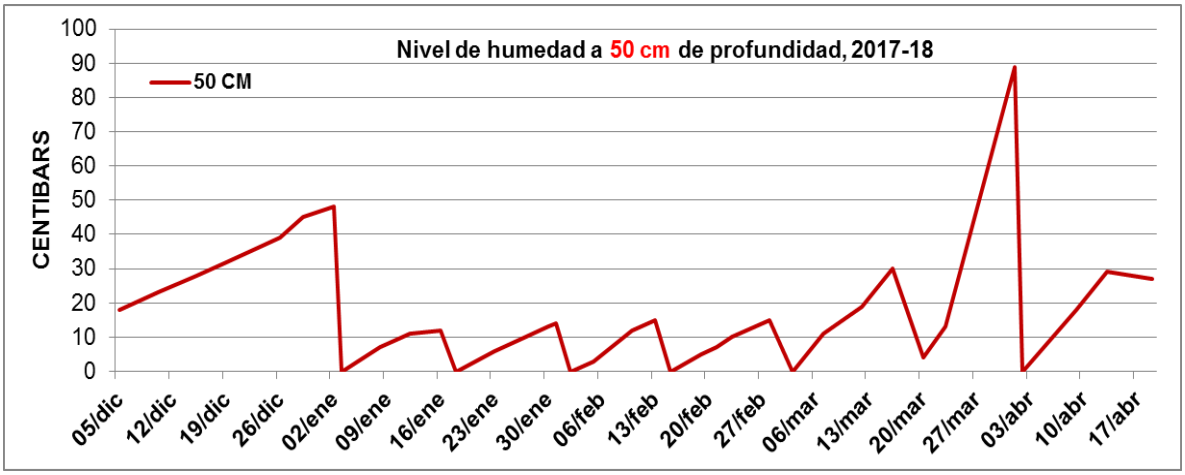


Figura 4: Monitoreo de la humedad del suelo en trigo a los 50 cm de profundidad del suelo.

La humedad a los **75 cm** (figura 5), en los siete riegos de auxilio fue de los 4 a los 54 Cb considerado como un nivel de humedad muy aceptable y mayor humedad a los 75, muy indispensable del tercer riego de auxilio en adelante por la longitud de la raíz que ya llega a los 35 a 65 cm. Solamente en el primer riego de auxilio bajó la humedad a 54 Cb, pero aquí la raíz llega a los 25 cm. Valdez *et al,* (2005), citan que un procedimiento para proporcionar riegos adecuados es mediante el monitoreo de la humedad en el suelo, los beneficios son: Mantener adecuada humedad para óptimo crecimiento de la planta, determinar cuándo y cuánto regar, evitar el sobre-riego y mantener un déficit regulado de riego en etapas del cultivo.

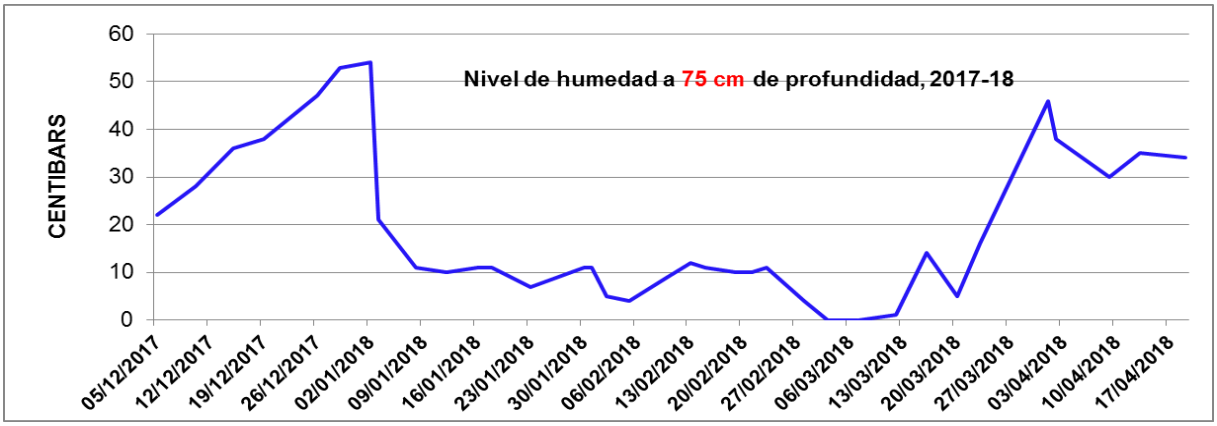


Figura 5: Monitoreo de la humedad del suelo en trigo a los 75 cm de profundidad del suelo.

CONCLUSIONES

El Mayor rendimiento de trigo fue de 7,859 kg/ha. La lámina total aplicada en todo el ciclo de trigo fue de 52.8 cm. La productividad del agua fue de 706 litros para producir un kilo de grano de trigo contra 1,250 litros en riego por gravedad. El monitoreo de la humedad del suelo utilizando sensores en trigo bajo riego por aspersión es una buena metodología para la programación del riego.

. REFERENCIAS

Ortiz, E.J.E., Cortés, J.J.M. y Félix, V.P. 2003. Manejo de riegos para los principales cultivos del sur de Sonora. Folleto Técnico No. 51. Campo Experimental Valle del Yaqui-INIFAP-SAGARPA.

Schock, C.C., Wang, F.X., Flock, R., Feibert, E., Schock, C.A. and Pereira, A. 2013. Irrigation Monitoring Using Soli Water Tension. Sustainable Agriculture Techniques. Oregon State University. Extension Service.

Valdez, G.B. y L. J. Durón. 2004. Manejo del riego en vid de mesa. En:Valdez, G.B., L. J. Durón y Grageda G. J. 2005. Uso de sistemas de riego por goteo y monitoreo de la humedad del suelo en vid de mesa. Seminario de Viticultura 2005. INIFAP-CIRNO-CECH. Publicación Especial No.20. P.9-14.

RESPUESTA DIFERENCIAL EN GERMINACIÓN Y EMERGENCIA DE CUATRO ESPECIES DE LEGUMINOSAS SOMETIDOS A DIFERENTES CONCENTRACIONES SALINAS

DIFFERENTIAL RESPONSE IN GERMINATION AND EMERGENCY OF FOUR LEGUMINOUS SPECIES SUBJECTED TO DIFFERENT SALT CONCENTRATIONS

Ruiz-Espinoza, Francisco Higinio*; [1]Beltrán Morales F. Alfredo, [1]Loya Ramírez José Guadalupe, [1]Zamora Salgado Sergio.

[1]Profesores-Investigadores de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.
***Autor Responsable: fruiz@uabcs.mx**

RESUMEN

Las leguminosas plantas que favorecen la fijación biológica del nitrógeno, por lo que son utilizadas como abono verde, en las zonas áridas un problema es la deficiencia de materia organica en los suelos y la salinización de ellos. Bajo esta primicia, se llevó a cabo un experimento de cuatro especies de leguminosas (1) Yorimun (*Vigna unguiculata*), (2) Dolichos (*Lablab purpureos*), (3) Clitoria (*Clitoria ternatea*) y (4) Cannavalia (*Canavalia ensiformes*), donde se evaluó la emergencia, longitud del tallo, longitud de raíz, biomasa fresca, seca de raíz y tallo, diámetro de tallo con diferentes concentraciones salinas (0, 25, 50, 75 mmol L^{-1}). El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de semillas, de la Universidad Autónoma de Baja California Sur en la ciudad de La Paz, en un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 4x4x4, se seleccionaron 25 semillas de cada variedad por repetición y se sembraron en charolas de poliestireno. El análisis estadístico se realizó con el programa Statistica 6.0, mientras la comparación de medias fue por Tukey (P≤ 0.05). Se llegó a la conclusión que la mejor especie fue la Canavalia y el Yorimun en las concentraciones de 0, 25 y 50 mmol L^{-1}, con un 97.5 % de emergencia mientras que en longitud de tallo fue la misma canavalia en 50 mmol L^{-1} y biomasa fresca en el mismo tratamiento.

ABSTRACT

Legumes are plants that favor the biological fixation of nitrogen, which is why they are used as green manure. In arid areas a problem is the deficiency of organic matter in the soils and their salinization. Under this scoop, an experiment was carried out with four legume species (1) Yorimun (Vigna unguiculata), (2) Dolichos (Lablab purpureos), (3) Clitoria (Clitoria ternatea) and (4) Cannavalia (Canavalia ensiformes) , where the emergence, stem length, root length, fresh biomass, dry root and stem, stem diameter with different saline concentrations (0, 25, 50, 75 mmol L^{-1}) were evaluated. The experiment was carried out in the seed laboratory of the Autonomous University of Baja California Sur in the city of La Paz, in a completely randomized experimental design with a 4x4x4 factorial arrangement, 25 seeds of each variety were selected by repetition and planted in polystyrene trays. Statistical analysis was performed with the Statistica 6.0 program, while the comparison of means was by Tukey (P≤ 0.05). It was concluded that the best species was Canavalia and Yorimun at

concentrations of 0, 25 and 50 mmol L^{-1}, with 97.5% emergence, while in stem length it was the same canavalia at 50 mmol L^{-1} and fresh biomass in the same treatment.

INTRODUCCIÓN

En la política de recuperación y manejo de estos suelos, el uso de especies y variedades tolerantes al estrés se considera de primordial importancia. El estrés salino es el mayor factor limitante de la productividad de los cultivos agrícolas, por lo que profundizar en el estudio de la tolerancia a la salinidad es un objetivo prioritario de la agricultura sostenible. La salinidad es un complejo de estrés abiótico en el que se implica un componente iónico y un componente osmótico (Goykovic *et al*., 2014). Las plantas sometidas a salinización son afectadas desde la germinación hasta estados más avanzados del desarrollo. En el caso de la semilla se reduce la velocidad de imbibición y por ende se presenta una disminución en la velocidad de la germinación, debido al efecto osmótico. Los procesos de división y alargamiento celular también pueden presentar alteraciones, así como la movilización de las reservas indispensables para que ocurra el proceso germinativo (Kaymakanova, 2009). En México, la distribución y extensión de suelos con problemas de sales se está incrementado en áreas de riego de las zonas áridas; de forma simultánea, la calidad del agua de riego en estas áreas es deteriorada progresivamente debido al exceso de sales; aunado a esto, cuando existe un mal manejo del agua y del suelo, desatendiendo los factores promotores de acumulación de sales, el proceso de salinización de los suelos se acelera y agrava (Zamudio-González *et al*., 2004).

En el caso de las leguminosas utilizadas como abono verde, además de su potencial como fuente nutrimental en la alimentación del ganado, ofrece otras ventajas importantes cuando se utiliza en sistemas agrícolas. Por ser leguminosas, estas plantas favorecen la fijación biológica del nitrógeno (N). La acción natural de convertir N atmosférico en formas disponibles de este elemento para la planta, mejora la productividad de una manera barata y sustentable (Ruiz *et al*., 2007). El uso de leguminosas herbáceas como abonos verdes es una opción para productores de leche en sistemas doble propósito en el trópico bajo, dada su capacidad de fijar N en el suelo y la posibilidad de integrarlas en sistemas de rotación con cultivos forrajeros (Castro *et al*., 2016; Castro *et al*., 2017).

Bajo esta primicia, se realizó el trabajo de investigación cuyo objetivo fue determinar la respuesta diferencial en cuanto a su capacidad de germinación y emergencia de cuatro

especies de leguminosas, que fueron sometidos a diferentes concentraciones salinas (0, 25, 50, 75 mmol L^{-1} NaCl).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de semillas, de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, ubicado en la ciudad de La Paz, Baja California Sur. Para el montaje de este experimento se utilizaron cuatro leguminosas (1) Yorimun (*Vigna unguiculata*), (2) Dolichos (*Lablab purpureos*), (3) Clitoria (*Clitoria ternatea*) y (4) Cannavalia (*Canavalia ensiformes*), el experimento inició sometiendo a los genotipos mencionados a los tratamientos con NaCl con cuatro repeticiones de 100 semillas cada una, en un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial, considerando a los genotipos como el factor A y a los tratamientos salinos (0, 25, 50, 75 mmol L^{-1}) como el factor B. La Emergencia se evaluó en condiciones de malla sombra. Las semillas se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades, las cuales contenían SunshineMR (sustrato comercial INERTE). Los riegos se aplicaron diariamente con cada una de las soluciones de NaCl, la cantidad aplicada en cada riego fue de 500 mL, con lo que la solución aplicada drenó a través de los orificios de las charolas con la finalidad de evitar la acumulación de sales en el sustrato. La Emergencia se realizó mediante una revisión diaria de cada charola, a partir del tercer día, realizando el conteo diario por un periodo de 7 días, tiempo límite para emergencia de semillas de las cuatro leguminosas (Moreno, 1984). Las variables morfométricas medidas en las plántulas se realizaron inmediatamente al cumplir los 7 días de evaluación de la emergencia y fueron: longitud del tallo, longitud de raíz**,** biomasa fresca y seca de tallo, biomasa fresca y seca de raíz. A los datos obtenidos se les realizaron análisis de varianza para todas las variables medidas, mediante el paquete estadístico STATISTICA (StatSoft Inc., 2001), cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (genotipos y salinidad), se realizaron pruebas de comparación de medias basadas en Tukey ($P \leq 0.05$). Con el fin de cumplir con los supuestos de homogeneidad de varianza, se realizaron transformaciones de datos cuando fue necesario. La variable porcentaje de emergencia se transformó utilizando √arcoseno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar estadísticamente los datos los resultados en cuanto a la emergencia de las semillas en los diferentes tenores salinos empleados, se observó́ que el porcentaje final de emergencia no estuvo igualmente influido por la salinidad en cada genotipo, esto quiere

decir que se presentó diferencia de emergencia entre las especies. Sin embargo se observó que el porcentaje final de emergencia (Cuadro 1) se vio influido por la salinidad en cada especie. El frijol yorimun (*Vigna unguiculata*) fue el de máxima emergencia con 95%, seguido de Clitoria (*Clitoria ternatea*), en tercer lugar quedo el frijol dolichos (*Lablab purpúreos*), seguido de Canavalia (*Canavalia ensiformis*), mientras el nivel de 0 y 25 mmol L^{-1} fueron los tratamientos estadísticamente iguales, mientas que a medida que incrementa la salinidad disminuye la emergencia. La salinidad afecta negativamente la emergencia de las semillas de las diferentes plantas cultivadas. Estos efectos inciden en el porcentaje de germinación y el tiempo en que este proceso se lleva a cabo (Lastiri *et al*., 2017). Los resultados obtenidos en la investigación dan cuenta de la existencia de variabilidad genética las cuatro especies de leguminosas y por tanto de germoplasma importante de considerar para el mejoramiento genético a estrés salino, de modo que los esfuerzos en identificar germoplasma resistente a este estrés son válidos. Para el presente estudio, los resultados indican que, la mayoría de las variables medidas en la etapa de germinación, mostraron una disminución conforme los niveles de salinidad se incrementaron. Resultados similares fueron reportados por Mena *et al*., (2015) en semillas de *Phaseolus vulgaris*, donde fueron sometidas a seis concentraciones de soluciones salinas, donde presentaron disminución en la germinación y emergencia. En este mimo sentido Lastiri *et al*. (2017) reportan respuesta diferencial en germinación en especies forrajeras con tratamientos de salinidad, principalmente 200 y 400 mM.

En lo que respecta al análisis del crecimiento de la longitud del tallo (Cuadro 1) después de la emergencia se encontró que la interacción entre las especies y salinidad fueron: Canavalia de 0, 50 mmol y Yorimun a 0 mmol, seguido de Canavalia 25 mmol y el testigo del Yorimun, tuvieron mayor elongación, el frijol dolichos y la clitoria se ven afectado en la etapa inicial de emergencia y en el desarrollo de la plántula. Los resultados obtenidos difieren a los obtenidos por Chico-Ruíz *et al*., (2009) en tomate silvestre (*Lycopersicon esculentum* L.), donde reportan que el crecimiento del hipocotilo en longitud disminuyó a 100mM NaCl y aumentó al ser expuesto a la concentración de 25mM de NaCl. En el mismo sentido en cuanto a grosor del tallo la mejor interacción que se encontró fue la de Canavalia a 0 y 25 mmol de Nacl. Los resultados concuerdan con lo expuesto por Mena *et al*. (2015) donde reportan que *Phaseolus vulgaris* en el crecimiento del tallo con niveles de salinidad (50, 100, 150 y 200 mM) disminuye a medida que se incrementan los niveles de salinidad.

Cuadro 1. Respuesta de cuatro leguminosas sometidas a cuatro niveles de salinidad en el sustrato, en porcentaje de emergencia y variables morfométricas

Tratamientos		PE (%)	I.V.E	A (cm)	GT (mm)	LR (cm)
Clitoria	T	80.0 b	7.75	8.496 bc	1.827 h	8.005 ab
	T1	87.5 a	8.0	6.315 ef	1.538 hi	6.854 bcd
	T2	82.5 b	8.3	5.348 fgh	1.453 i	6.125 bcde
	T3	82.5 b	8.3	4.101 h	1.594 hi	5.805 cde
Dolichos	T	85.0 ab	8.0	6.437 def	2.956 fg	6.770 bcd
	T1	82.5 b	8.3	5.787 fg	3.335 cd	7.066 abcd
	T2	75.0 c	7.5	4.719 gh	3.293 cde	2.951 bcd
	T3	67.5 d	6.3	4.941 gh	3.454 bc	5.684 cde
Yorimun	T	97.5 a	8.0	9.946 a	2.638 g	9.110 a
	T1	87.5 a	8.3	8.255 c	2.965 efg	7.780 abc
	T2	82.5 b	7.5	7.321 cde	2.961 fg	7.584 abc
	T3	82.5 b	6.3	5.976 fg	3.073 def	6.613 bcd
Canavalia	T	97.5 a	9.75	10.901 a	3.869 a	9.158 a
	T1	72.5 cd	7.3	9.655 ab	3.745 ab	7.267 abcd
	T2	70.0 d	7	10.087 a	3.556 abc	4.572 e
	T3	67.5 d	6.8	7.616 cd	3.550 abc	5.163 de

PE=Emergencia, VE= Velocidad de emergencia, A= Altura, GT= Grosor del tallo, LR= Longitud de raíz, T1= 25 mmol L^{-1} T2= 50 mmol L^{-1} T3= 75 mmol L^{-1} T= Testigo 0 mmol L^{-1}. Medias con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey, P≤ 0.05).

En lo que respecta a la longitud de raíz se encontró en el análisis de varianza que a medida que se incrementó la salinidad se vio reflejado en un valor menor de longitud de raíz, Según Rogers y West (1993) dice que en un medio salino, sustrato o suelo, donde se mantienen una humedad constante, mediante el riego, las sales tienden a permanecer en las capas más profundas y por tanto las raíces disminuyen su longitud activando un mecanismo que les permite el brote de raíces adventicias. Mientras que el ANVA mostró que la mejor especie en lo que se refiere a la biomasa fresca, seca de tallo (Cuadro 2) fue la Canavalia, en los niveles de salinidad de 0, 25 y 50 mmol, mientras que la biomasa de raíz fresca y seca nuevamente la Canavalia, Clitoria y Yorimun en el nivel de 0 mmol fueron los que presentaron mayor peso, a medida que se incrementa la salinidad disminuye la biomasa fresca de la raíz y por lo tanto también la biomasa seca radicular.

Cuadro 2. Efecto de cuatro niveles de salinidad en la biomasa fresca, seca, de raíz y tallo de cuatro leguminosas utilizadas como abono verde

Tratamientos		BFT (g)	BST (g)	BFR (g)	BSR (g)
Clitoria	T	0.609 g	0.118 cdef	0.464 ab	0.052 b
	T1	0.501 g	0.082 def	0.171 ef	0.043 b
	T2	0.474 g	0.068 ef	0.097 fg	0.029 d
	T3	0.347 g	0.062 f	0.033 g	0.021 e
Dolichos	T	1.060 def	0.156 c	0.194 ef	0.039 bc
	T1	0.967 ef	0.143 c	0.168 efg	0.035 c
	T2	0.966 ef	0.140 cd	0.397 abcd	0.035 c
	T3	0.898 f	0.126 cde	0.349 bcd	0.029 d
Yorimun	T	1.346 c	0.109 cdef	0.462 ab	0.046 b
	T1	1.291 cd	0.101 cdef	0.398 abcd	0.033 c
	T2	1.269 cd	0.103 cdef	0.414 abc	0.032 c
	T3	1.205 cde	0.101 cdef	0.300 cde	0.028 b
Canavalia	T	3.695 b	0.612 b	0.522 a	0.099 a
	T1	4.093 a	0.642 ab	0.372 bcd	0.090 a
	T2	4.373 a	0.680 a	0.276 de	0.091 a
	T3	3.782 b	0.661 ab	0.302 cde	0.054 b

BFR= Biomasa fresca de raíz BSR= Biomasa seca de raíz, BFT= Biomasa fresca de tallo, BST= Biomasa seca del tallo, T1= 25 mmol L^{-1} T2= 50 mmol L^{-1} T3= 75 mmol L^{-1} T= Testigo 0 mmol L^{-1}. Medias con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey, P≤ 0.05).

CONCLUSIONES

Los mejores genotipos en todas las evaluaciones fueron, Canavalia y frijol Yorimun que toleran hasta 50 mmol L^{-1} NaCl en las variables evaluadas con 97.5% de emergencia. La salinidad, a concentraciones de 50 mmol L^{-1} NaCl, afecta el proceso de emergencia, el crecimiento del tallo y la longitud de raíz en etapa de emergencia.

REFERENCIAS

Castro-Rincón, E., A.M. Sierra-Alarcón, J.E. Mojica-Rodríguez, J. Carulla-Fornaguera, y C. Lascano-Aguilar. 2016. Uso múltiple de leguminosas como abono verde, en rotación con maíz, y heno, para producción de leche. Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu. 17 (1):17-29.

Castro, R.E., A. Sierra, J.E. Mojica, J.E. Carulla, y C.E. Lascano. 2017. Efecto de especies y manejo de abonos verdes de leguminosas en la producción y calidad de un cultivo forrajero utilizado en sistemas ganaderos del trópico seco. Arch. Zootec. 66 (253):99-106. doi:10.21071/az.v66i253.2131.

Chico-Ruíz Julio, Valderrama-Alfaro Shirley, Tejada-Castillo Paola, Sánchez-Marín Raquel, Parimango-Quispe Synthia, María-Reyes Ana Santa, Vega-Anhuamán, Amelia. 2009. Efecto de luz y salinidad en la germinación de semillas y crecimiento del hipocótilo de *Solanum pimpinifollium* "tomatillo silvestre". REBIOL. 29 (1): 1-7.

Goykovic C. V., Alanoca N., Calle L. P., Mariela. 2014. Efecto de la salinidad sobre la germinación y crecimiento vegetativo de plantas de tomate silvestres y cultivadas. Interciencia. 39(7): 511-517.

Goykovic V, Saavedra del Real G. Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo IDESIA (Chile) 2007; 25(3): 47-78.

Lastiri H. M. A., Álvarez B. D., Soria M. L.H., Ochoa E. S., Cruz C. G.2017. Efecto de la salinidad en la germinación y emergencia de siete especies forrajeras. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 8 (6): 1245-1257.

Martínez Villavicencio Nallely, López Alonzo Carlos V., Basurto Sotelo Moisés, Pérez Leal Ramona. 2011. Efectos de la salinidad en el desarrollo vegetativo. Tecnociencia 5 (3), 156-161.

Mena Eilyn, Leiva Mora Michel, Edirisinghage Kasuni Dilhara Jayawardana, Lourdes García, Novisel Veitía, Idalmis Bermúdez-Caraballoso, Raúl Collado y Rolando Cárdenas Ortíz. 2015. Efecto del estrés salino en la germinación y el crecimiento temprano de *Phaseolus vulgaris* L. Cultivos Tropicales, vol. 36, no. 3, pp. 71-74 .

Ruiz Espinoza, Francisco Higinio, Marrero Labrador, Pablo, Cruz La Paz, Orestes, Beltrán Morales, Alfredo, Díaz Viruliche, Luisa. 2007. Métodos de labranza e incorporación de fríjol dolichos (*Lablab purpúreos*, Sweet.) como abono verde en la producción de semillas de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en un Yermosol Háplico Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 16(3).

Zamudio González, B., López Pérez, L., Alcántar González, Gabriel., González Eguiarte, D.R., Ruiz Corral, J.A., Castellanos, J. Z. 2004. Delimitación de áreas salinas en el distrito de riego de Caborca, Sonora, México. Idem. 22 (1):91-97.

INCIDENCIA DE HONGOS DEL SUELO EN PLANTAS DE FRESA EN AGUASCALIENTES, MÉXICO.

SOIL FUNGI INCIDENCE IN STRAWBERRY PLANTS IN AGUASCALIENTES, MEXICO

Velásquez-Valle, Rodolfo[1*]

[1]Programa de Fitopatología, Campo Experimental Pabellón – INIFAP. Km. 32.5 Carr. Aguascalientes – Zacatecas, Pabellón de Art., Aguascalientes, México.
***Autor para correspondencia: velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx**

RESUMEN

Plantaciones comerciales y experimentales de Aguascalientes son afectadas por la pudrición de la raíz, sin embargo, muy poco es conocido acerca de la etiología de la enfermedad por lo que el propósito de este trabajo fue identificar los patógenos asociados con la enfermedad. Plantas enfermas fueron colectadas y sembradas para aislar e identificar las colonias de patógenos. Independientemente de la variedad o severidad de la enfermedad, los hongos *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Verticillium* sp. y *Cylindrocarpon* sp. fueron identificados.

ABSTRACT

Commercial and experiment strawberry fields in Aguascalientes are affected by root rot, however, very little is known about the aetiology of the disease, therefore, the goal of this work was to identify the pathogens associated with the disease. Diseased plants were collected and plated to isolate and identify pathogen colonies. In spite of strawberry variety or disease severity, the fungi *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Verticillium* sp., and *Cylindrocarpon* sp. were identified.

INTRODUCCION

El cultivo de la fresa en Aguascalientes la explotación de esta frutilla se realiza en la mayoría de los casos en condiciones protegidas con acolchado y riego por cintilla aunque persisten algunas plantaciones comerciales a cielo abierto. En ambos tipos de explotación es común encontrar plantas con síntomas que recuerdan los provocados por los patógenos del suelo. Entre los hongos y oomicetos mencionados como causantes de pudrición de la corona se

encuentran *Colletotrichum gloeosporioides* o *C. fragariae* que provoca marchitez del follaje y lesiones café rojizas en la corona y *Phytophthora* cuya infección provoca una marchitez repentina y la coloración rojiza de los tejidos de la corona. (Peres, 2015). LaMondia (2004) señala a *Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp., *Fusarium* spp., *Cylindrocarpon* spp., *Idriella lunata* y *Ramularia* spp. como agentes asociados a la pudrición negra de la raíz de la fresa en los Estados Unidos. En Guanajuato, México se identificó a *Fusarium oxysporum*, *F.solani*, *Cylindrocarpon* sp., *Pythium aphanidermatum*, *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia fragariae*, *Verticillium alboatrum* y *Colletotrichum* sp. asociados con plantas de fresa que mostraban marchitez (Ceja-Torres *et al.*, 2008). El agente causal de las plantas de fresa con marchitez en Morelos fue identificado como *F. oxysporum* (Bárcenas-Santana *et al.*, 2019). En Aguascalientes se dispone de escasa información acerca de la presencia de microorganismos nocivos en la rizosfera de plantas fresa por lo que el objetivo del trabajo consistió en identificar los patógenos asociados con la pudrición de la raíz de plantas de fresa en Aguascalientes.

MATERIALES Y METODOS

Se colectó un número variable de plantas de fresa con síntomas de pudriciòn de la raíz en una plantación comercial (variedad Festivale) y una experimental (San Andreas y Monterey) localizadas en el municipio de Pabellón de Arteaga, Ags. La severidad foliar de los síntomas observados en cada planta se clasificó en leves (< 25% del follaje con síntomas de necrosis marginal), intermedios (25 – 50% del follaje con síntomas de necrosis) y severos (> 50% del follaje con síntomas de necrosis). De cada planta colectada se sembraron en cajas Petri con medio de cultivo agar nutritivo, previa desinfestación, porciones de la raíz, raicillas y corona. Las cajas se mantuvieron a temperatura ambiente por 4 – 5 días; las colonias de microorganismos resultantes se identificaron a nivel género con la ayuda de las claves taxonómicas proporcionadas por Barnett (1967) y Watanabe (1994).

RESULTADOS Y DISCUSION

Parcela Fátima. Se colectaron 19 plantas de fresa de las cuales el 47.4% mostraba daños severos (Follaje viejo café, seco sin defoliación, rebrotes con follaje joven con bordes necróticos; raicillas necróticas); el 26.3% presentaba síntomas intermedios (follaje màs viejo de color café; el resto solo con bordes necróticos); el restante 26.3% manifestaba síntomas leves (follaje más viejo con bordes de color café; el resto sin lesiones. Emisión de raicillas

aparentemente sanas). El porcentaje de detección de patógenos varió de acuerdo con el tejido sembrado en el medio de cultivo: en el 35.3, 72.2 y 94.7% de las raicillas, raíz y corona respectivamente, se aisló por lo menos un patógeno (Cuadro 1). Tanto *Rhizoctonia* sp., como *Fusarium* sp. se aislaron en todos los tejidos, pero los porcentajes de aislamiento del primero constituyeron cerca del doble del segundo; la asociación entre ambos patógenos ocurrió en la raíz y corona (Cuadro 1).

Cuadro 1. Detección de patógenos (%) en la raíz y corona de plantas de fresa "Festivale" colectadas en Pabellón de Art., Ags.

Tejido	*Fusarium* sp.	*Rhizoctonia* sp.	*Rhizoctonia* sp + *Fusarium* sp	Total
Raicillas	11.7[x]	23.5	0.0	35.3
Raíz	27.8	55.5	11.1	72.2
Corona	36.8	61.1	5.5	94.7

[x] Porcentaje de detección.

La detección de *Rhizoctonia* sp. fue constante en raicillas, raíz y corona y a través de las tres categorías de severidad de la enfermedad en porcentajes que variaron entre 2.8 y 11.4%; sin embargo, se observa una tendencia, especialmente en las categorías de daño leve y severa, a un mayor porcentaje de detección de ese hongo en la corona. Por otro lado, la detección de *Fusarium* sp. ocurrió en todas las categorías de daño; la asociación *Rhizoctonia* sp + *Fusarium* sp. se encontró solamente en la raíz y corona de las categorías de daño leve y severo en porcentajes de detección mínimos (2.8%) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la severidad de pudrición de la raíz en la detección de patógenos (%) en la raíz y corona de plantas de fresa "Festivale" colectadas en Pabellón de Art., Ags.

Severidad	Tejido	*Fusarium* sp.	*Rhizoctonia* sp.	*Rhizoctonia* sp + *Fusarium* sp	Total
Leve	Raicillas	0.0	2.8	0.0	2.8

	Raíz	0.0	8.6	2.8	11.4
	Corona	2.8	11.4	0.0	14.2
Intermedia	Raicillas	5.7	2.8	0.0	8.5
	Raíz	0.0	5.7	0.0	5.7
	Corona	2.8	5.7	0.0	8.5
Severa	Raicillas	0.0	5.7	0.0	5.7
	Raíz	8.6	8.6	2.8	20.0
	Corona	11.4	11.4	2.8	25.6

Parcela CEPAB. En la raíz y corona de plantas de San Andreas y Monterey con pudrición de la raíz se identificó a *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Verticillium* y *Cilindrocarpon*. En las muestras de la variedad Monterey se identificó a *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Verticillium* y *Cylindrocarpon*. Estos hongos habían sido mencionados causando secadera de fresa en Guanajuato (Ceja-Torres *et al.*, 2008). *Rhizoctonia* fue el único patógeno detectado en los tres tejidos, aunque fue identificado con mayor frecuencia (64.3%) en la raíz. Por su parte, *Cylindrocarpon* se encontró en la raíz y raicillas solamente; su frecuencia de detección fue mayor que la de *Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* sp. en las raicillas. Este patógeno fue mencionado (Adhikari *et al.*, 2013) en Carolina del Norte, EUA, como agente causal de amarillamiento y marchitez de plantas de fresa. Se identificaron a *Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* sp. en asociación con *Cylindrocarpon* sp. en raicillas y raíz, aunque en porcentajes relativamente menores (7.1%) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Detección de patógenos (%) en la raíz y corona de plantas de fresa “Monterey” colectadas en Pabellón de Art., Ags.

	Patógeno (s)						
Tejido	Rhizoc[1]	Fus[2]	Cylin[3]	Vert[4]	Rhizoc + Cylind	Fus + Cylind	Total
Raicillas	14.3	7.1	28.6	0.0	0.0	7.1	57.1
Raíz	64.3	0.0	7.1	0.0	7.1	0.0	78.5
Corona	35.7	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	42.8

[1] *Rhizoctonia* sp.; [2] *Fusarium* sp.; [3] *Cylindrocarpon* sp.; [4] *Verticillium* sp.

Cerca del 40% de las muestras donde se identificó al menos un patógeno se obtuvieron de plantas que manifestaban sintomatología leve mientras que el 32.3 y 28.5% de las muestras positivas a por lo menos un patógeno provenían de plantas con síntomas intermedios o severos. *Rhizoctonia* sp. fue consistentemente aislado independientemente de la severidad de la enfermedad, sin embargo, cuando la severidad fue intermedia, solamente se aisló de la raíz. Otros hongos como *Fusarium* sp. fueron detectados en raíz y corona de plantas con daño leve y de raicillas pertenecientes a plantas con daño intermedio; *Cylindrocarpon* sp. fue recuperado de raicillas y raíz de plantas con daños intermedios y severos. *Verticillium* sp. se identificó en la corona de plantas con daño intermedio. Se detectaron dos interacciones entre *Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* sp. con *Cylindrocarpon* sp. en raicillas y raíz de plantas con daño intermedio (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la severidad de pudrición de la raíz sobren la detección de patógenos (%) en la raíz y corona de plantas de fresa “Monterey” colectadas en Pabellón de Art., Ags.

Daño	Tejido	Rhizoc[1]	Fus[2]	Cylin[3]	Vert[4]	Rhizoc + Cylind	Fus + Cylind	Total
Leve	Raicillas	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
	Raíz	14.3	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9
	Corona	14.3	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9
							Total	39.4
Intermedios	Raicillas	0.0	3.6	3.6	0.0	0.0	3.6	10.8
	Raíz	10.7	0.0	3.6	0.0	3.6	0.0	17.9
	Corona	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	3.6
							Total	32.3
Severos	Raicillas	3.6	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	10.7
	Raíz	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7
	Corona	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1
							Total	28.5

[1] *Rhizoctonia* sp.; [2] *Fusarium* sp.; [3] *Cylindrocarpon* sp.; [4] *Verticillium* sp.

Variedad San Andreas. Se identificaron los hongos, *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. y *Cylindrocarpon* sp. Los tres géneros se encontraron en todos los tejidos aunque con

diferencias en el porcentaje de detección; *Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* sp. fueron más frecuentes en la corona mientras que *Cylindrocarpon* sp. lo fue en la raíz. Consecuentemente, la asociación entre *Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* sp. fue identificada en la corona en tanto que la de *Rhizoctonia* sp. y *Cylindrocarpon* sp. se identificó en la raíz y la corona. Al igual que en la parcela Fátima, el porcentaje de detección de patógenos presentó la misma tendencia, de 22.7, 36.3 a 40.7% en las raicillas, raíz y corona respectivamente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Detección de patógenos (%) en tejidos de la raíz y corona de plantas de fresa "San Andreas" colectadas en Pabellón de Art., Ags.

Tejido	Patógeno (s)					
	Rhizoc[1]	Fus[2]	Cylin[3]	Rhizoc + Fus	Rhizoc + Cylin	Total
Raicillas	9.1	4.5	9.1	0.0	0.0	22.7
Raíz	4.5	9.1	9.1	0.0	13.6	36.3
Corona	13.6	13.6	4.5	4.5	4.5	40.7

[1] *Rhizoctonia* sp.; [2] *Fusarium* sp.; [3] *Cylindrocarpon* sp.

En general, el porcentaje de detección de patógenos fue superior en las plantas con sintomatología leve (49.7%) en comparación con el de plantas con sintomatología intermedia y severa (18.0 y 31.6% respectivamente). La presencia de *Rhizoctonia* sp. no fue detectada en plantas con síntomas intermedios, pero fue constante en aquellas que mostraban daño severo. Tanto *Fusarium* sp. como *Cylindrocarpon* sp. se identificaron en todos los tejidos provenientes de plantas con daño leve pero su presencia fue menos consistente en plantas con mayores daños. Destaca la presencia de la asociación *Rhizoctonia* sp. + *Cylindrocarpon* sp. en por lo menos uno de los tejidos en los tres niveles de daño (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de la severidad de pudrición de la raíz en la detección de patógenos (%) en la raíz y corona de plantas de fresa "San Andreas" colectadas en Pabellón de Art., Ags.

Daño	Tejido	Rhizoc[1]	Fus[2]	Cylin[3]	Rhizoc + Fus	Rhizoc + Cylin	Total
Leve	Raicillas	4.5	4.5	4.5	0.0	0.0	13.5
	Raíz	0.0	4.5	4.5	0.0	9.1	18.1

	Corona	4.5	9.1	4.5	0.0	0.0	18.1
						Total	49.7
Intermedio	Raicillas	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	4.5
	Raíz	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	4.5
	Corona	0.0	4.5	0.0	0.0	4.5	9.0
						Total	18.0
Severo	Raicillas	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5
	Raíz	4.5	4.5	0.0	0.0	0.0	9.0
	Corona	9.1	0.0	0.0	4.5	4.5	18.1
						Total	31.6

[1] *Rhizoctonia* sp.; [2] *Fusarium* sp.; [3] *Cylindrocarpon* sp.

CONCLUSIONES

Se detectaron plantas de fresa con síntomas como follaje y raicillas necróticas, asociados con la pudrición de la raíz en plantas pertenecientes a las variedades Festivale, Monterey y San Andreas localizadas en parcelas comerciales y experimentales de fresa en Aguascalientes. En los tejidos de raicillas, raíz y corona de plantas de fresa enfermas se identificaron los hongos fitopatógenos *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Verticillium* sp. y *Cylindrocladium* sp.

REFERENCIAS

Adhikari TB, Hodges CS, and Louws FJ. 2013. First report of *Cylindrocarpon* sp. associated with root rot disease of strawberry in North Carolina. Plant Disease 97:1251.

Bárcenas-Santana D, Guillén-Sánchez D, Yazmín-Basaldua C, Ramos-García ML y Valle-de la Paz M. 2019. Etiología de la secadera de la fresa (*Fragaria* spp.) in Morelos, México. Revista Mexicana de Fitopatología 37:454-463.

Bartnett HL. 1967. Illustrated genera of imperfect fungi. Second edition. Burgess Publishing Company. 225 p.

Ceja-Torres, LF, Mora-Aguilera G, Tèliz D, Mora-Aguilera A, Sánchez-García, P, Muñoz- Ruíz, C, Tlapal-Bolaños B, y De La Torre-Almaraz R. 2008. Ocurrencia de hongos y etiología de la secadera de la fresa con diferentes sistemas de manejo agronómico. Agrociencia 42:451-461.

LaMondia JA. 2004. Strawberry black root rot. Advances in Strawberry Research 23:1-10.

Peres NA. 2015. 2015 Florida plant disease management guide: strawberry. University of Florida. IFAS. PDMG-V3-50. 10 p.

Watanabe T. 1994. Pictorial atlas of soil fungi and seed fungi. Morphologies of cultured fungi and key to species. CRC Press Inc. 411 p.

VARIEDADES DE AVENA EVALUADAS EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C.

VARIETIES OF OATS EVALUATED IN MEXICALI VALLEY, B. C.

[1]Campo Experimental Valle de Mexicali-INIFAP, Mexicali, Baja California. [2]Campo Experimental Valle de México, Texcoco, Edo. de México. [3]Campo Experimental Norman E. Borlaug, Ciudad Obregón, Sonora. *Autor principal: alvarado.jorge@inifap.gob.mx

RESUMEN

El cultivo de avena es considerado como una alternativa de reconversión para disminuir la siembra de trigo en el Valle de Mexicali, sin embargo, para que esto ocurra se requiere de generar información sobre el comportamiento productivo de variedades. El objetivo de esta validación consistió en evaluar la producción de forraje y grano de seis variedades de avena liberadas por INIFAP para otras regiones del país. La siembra se realizó el 30 de diciembre de 2019 con 70 kg ha^{-1} de semilla certifica, una fertilización acumulada de 120-70-00 y aplicando tres riegos de auxilio para cosechar el forraje y cuatro riegos para la producción de grano. Los resultados destacados muestran que AGATA, OBSIDIANA y KARMA son variedades con potencial para la producción de grano al superar los 4,000 kg ha^{-1} de grano y JADE, KARMA y AVEMEX son variedades con potencial para producción de forraje henificado al superar los 10,000 kg ha^{-1}. La conclusión de esta validación nos lleva a recomendar a KARMA como la variedad más adaptada para el Valle de Mexicali al ser una variedad con potencial para grano y forraje henificado.

ABSTRACT

The cultivation of oats is considered as a reconversion alternative to reduce the sowing of wheat in the Mexicali Valley, however, for this to happen it is necessary to generate information on the productive behavior of varieties. The objective of this validation was to evaluate the forage and grain production of six varieties of oats released by INIFAP for other regions of the country. The sowing was carried out on December 30, 2019 with 70 kg ha^{-1} of certified seed, a cumulative fertilization of 120-70-00 and applying three auxiliary irrigations to harvest forage and four irrigations for grain production. The outstanding results that AGATA, OBSIDIANA and KARMA are varieties with potential for grain production by exceeding 4,000 kg ha^{-1} of grain and JADE, KARMA and AVEMEX are varieties with potential for production of hay forage by exceeding 10,000 kg ha^{-1}. The conclusion of this validation leads us to recommend KARMA as the most adapted variety for the Mexicali Valley as it is a variety with potential for grain and forage.

INTRODUCCIÓN

En los últimos tres años, la superficie de siembra con avena forrajera tuvo un crecimiento en el Valle de Mexicali, debido a que es considerada como un cultivo de reconversión productiva para suelos de baja productividad para el cultivo de trigo. Sin embargo, para que este cultivo se siembre ampliamente, es necesario contar con variedades de buena

producción de forraje y grano, con características agronómicas deseables para las zonas potenciales y que tengan resistencia a enfermedades foliares como roya del tallo (Espitia *et al*., 2007). Tomando en cuenta esta consideración el Campo Experimental Valle de Mexicali esta iniciado un programa orientado a identificar variedades de avena con adaptación a las condiciones de riego. El objetivo del trabajo fue evaluar la producción de forraje y grano de seis variedades de avena liberadas por INIFAP para otras regiones del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron seis variedades de avena liberadas para otras regiones del país (Cuadro 1), las cuales fueron sembradas en los terrenos del Patronato, ubicado en el Valle de Mexicali, B. C. en el ciclo Otoño-Invierno (O-I) 2019-2020. La siembra se realizó el 30 de diciembre de 2019 con una superficie de 2,500 m^2 por variedad, la densidad de siembra usada fue de 70 kg ha^{-1} de semilla, la cual fue depositada en surco a 100 cm de separación entre surco y sobre el lomo del surco cuatro hileras con una distancia entre hilera de 25 cm, la fertilización acumulada fue de 120-70-00 aplicando todo el fósforo y 60 kg de nitrógeno a la siembra y el resto en el primer riego de auxilio; para la producción de forraje se aplicaron tres riego de auxilio con una lámina de riego de aproximada de 15 cm por cada riego, el calendario de riego usado fue 0-30-50-70 y para la producción de grano se aplicaron cuatro riegos de auxilio con un calendario de 0-30-50-70-85. Para el estudio de forraje, cuando la variedad se encontraba en la etapa fenológica de grano lechoso-masoso, se cortó desde la base del tallo cuatro muestras de 10 m^2, las cuales se secaron a la intemperie por 10 días, para después proceder a tomar el peso del forraje henificado y promediar los pesos, los cuales fueron comparados entre las seis variedades. Y para grano, cuando la variedad dio punto para cosechar el grano, se usó un maquina mini-combinada y se trilló la parcela completa, pesando la producción total obtenida en los 2,450 m^2 y extrapolando el rendimiento obtenido a kg ha^{-1}, estos resultados fueron comparados entre variedades, a las cuales también se les tomó el porcentaje de acame en la parcela y el grado de inclinación de la planta acamada, para tomar estas variables se usó una escala donde el valor 1 correspondía a parcelas con plantas sin inclinación y parcelas con el 100% de plantas erguidas, el 2 fue asignado cuando la planta presentaba 25% de inclinación y la parcela 25% de la superficie acamada, el 3 estaba representado por parcelas con plantas con 50% de inclinación y el 50% con acame, el 4 correspondió a parcelas con plantas con 75% de inclinación y 75% de la parcela acamada y finalmente el 5 fue asignado a plantas con el 100% de inclinación y 100% de la parcela con acame.

Cuadro 1. Genotipos evaluados en Mexicali, B. C. durante el ciclo agrícola O-I 2019/2020.

Genotipo	Cruza	Historial de Selección
JADE	815A-129-72-CI-648/SR-CPX//OBSIDIANA	815A-129-72-CI-648/SRCPX)/2*OBSI-4537-0C-5C-0R-0C-2C-0R-18COAT-0R
AGATA	KAR/GAL//ZAF/KAR/3/BLEN/KAR	I-4533-0C-12C-0R-0C-3C-0R
TURQUESA	(F_2CV-83(5-0C)8C-0C)/KARMA	I-4373-0C-0C-7CE-0R-0C

OBSIDIANA	TPC/6/MFH-7114/ENA-IN-N//JIM-INCA/3/JIMENA/4/OJI/5/YUCA-DIA/7/V154	I-4449-0R-0C-5CE-2RE-0C
AVEMEX	PMG-84/84-54	MGA1004-0C-0C-0C-0C-0C-2Z-0C
KARMA	8232-CI-9291-CROSS/COLLI	II-3947-11C-7C-8C-1C-0C

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de forraje henificado de las variedades se muestra en la Figura 1, se observa que en promedio las variedades JADE, KARMA y AVEMEX presentaron la mayor producción de forraje, con más de 10,000 kg ha^{-1}, superando significativamente a la variedad obsidiana. Estos resultados fueron obtenidos realizando el corte cuando las variedades estaban en la etapa fenológica de grano lechoso-masoso, en otras investigaciones se ha reportado que las variedades obtienen el mayor potencial de producción de heno en la etapa de grano masoso y madurez fisiológica (Espitia, *et. al*; 2012; Ramírez, *et. al*., 2013).

El rendimiento medio de grano en esta evaluación fue de 4047 kg ha^{-1}, las variedades que superaron el rendimiento promedio fueron AGATA, OBSIDIANA y KARMA. Villaseñor *et al*. (2018) reporto que AGATA en condiciones de temporal favorable tiene un potencial de 4.2 ton ha^{-1} rendimientos similares a los obtenidos bajo condiciones de riego. KARMA es una variedad que muestra equilibrio entre rendimiento de grano y forraje henificado, Bobadilla *et al*. (2013), en una evaluación realizada en fechas de siembra y densidades encontraron que KARMA es una variedad con potencial de rendimiento cuando se siembra en noviembre y con 90 kg ha^{-1} de semilla, en este trabajo se encontró que con la densidad de 70 kg ha^{-1} de semilla y siembra a finales de diciembre y se obtuvo un rendimiento promedio de grano de 4500 kg ha^{-1}.

Con respeto al acame se formaron tres grupos, uno de ellos estaba conformado por KARMA y OBSIDIANA las cuales fueron resistente al acame y con la parcela completa sin problemas de inclinación. El otro grupo lo conformó AGATA y TURQUESA, las cuales mostraron 50% de inclinación de la planta, pero AGATA solo en el 25% de la parcela, mientras que TURQUESA lo presento en el 50% de la parcela. El tercer grupo quedó conformado por JADE y AVEMEX, las cuales quedaron completamente postradas sobre suelo, JADE con el 75% de la parcela y AVEMEX con el 100% de la parcela (Cuadro 2), cabe mencionar que esta nota fue tomada al momento de la cosecha del grano, ya que cuando se tomó la variable de rendimiento de forraje ninguna variedad mostro susceptibilidad al acame.

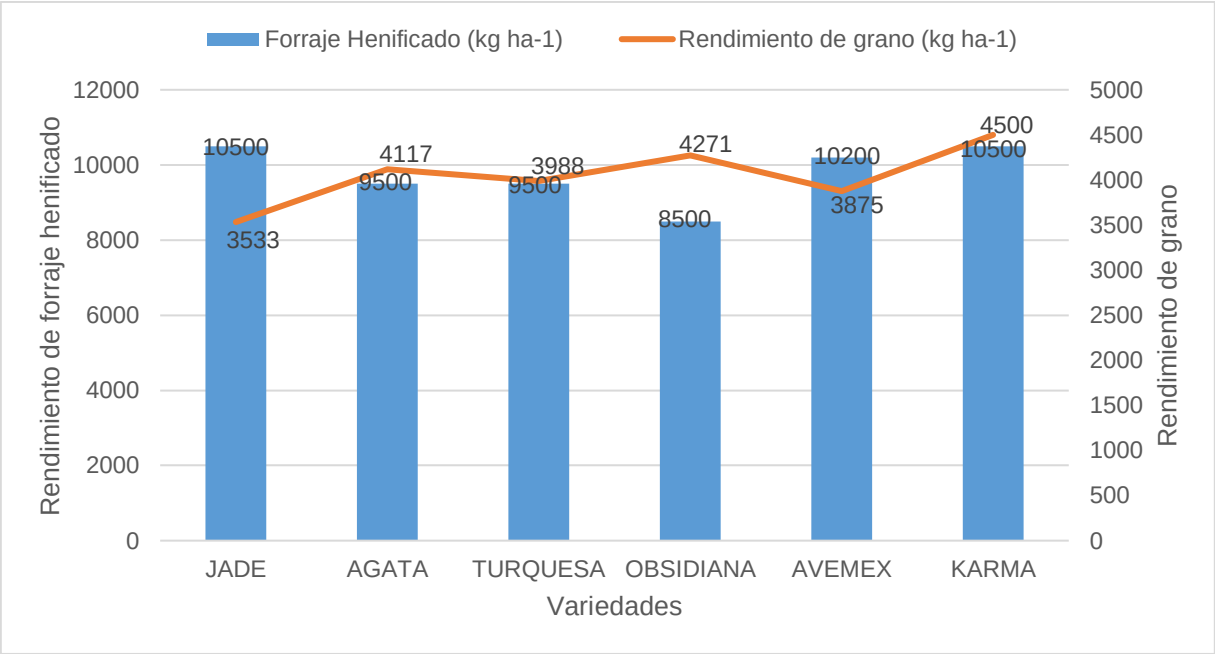


Figura 1. Rendimiento de forraje y grano de genotipos evaluados en Mexicali, B. C. durante el ciclo agrícola O-I 2019/2020.

Cuadro 2. Grado de acame en planta y parcela sembradas en Mexicali, B. C. durante el ciclo agrícola O-I 2019/2020.

Variedad	Acame en planta	Acame en parcela
JADE	5	4
AGATA	3	2
TURQUESA	3	3
OBSIDIANA	1	1
AVEMEX	5	5
KARMA	1	1

CONCLUSIONES

KARMA fue la variedad resistente al acame, con mayor rendimiento en grano y forraje henificado, con estas bondades se puede recomendar para su siembra en el Valle de Mexicali. JADE y AVEMEX pueden ser recomendadas para la producción de forraje, realizando el corte antes de grano masoso ya que estas variedades son susceptibles al acame.

REFERENCIAS

Bobadilla M. M., Gámez V. A. J., Ávila P. M. A., García R. J. J., Espitia R. E., Moran V. N. y Covarrubias P. J. 2013. Rendimiento y calidad de semilla de avena en función de la fecha y densidad de siembra. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 4 (7): 973-985

Espitia R. E., Villaseñor M. H. E., Huerta E. J, Salmerón Z. J. J., González I. R. M. y Osorio A. L. 2007. Obsidiana, variedad de avena para la producción de grano y forraje en México. Agricultura Técnica en México 33 (1): 95-98.

Espitia R. E., Villaseñor M. H. E., Tovar G. R., de la O O. M. y Limón O. A. 2012. Momento óptimo de corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3(4): 771-783.

Ramírez O. S., Domínguez D. D., Salmerón Z. J. J., Villalobos V. G. y Ortega G. J. A. 2013. Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 36 (4): 395 - 403

Villaseñor M. H. E., Espitia R. E., Huerta E. J., Osorio E. L., Hortelano S. R. R., Martínez C. E. y Rodríguez G. M. F. 2018. Ágata: nueva variedad de avena (Avena sativa L.) para la producción de grano en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 9 (5): 1083-1088

VIABILIDAD Y VIGOR DE SEMILLAS DE CALABAZA Xmejen-K´uum (*Cucurbita moschata* Duch)

VIABILITY AND VIGOR OF SQUASH SEEDS Xmejen-K´uum (*Cucurbita moschata* Duch)

Basto-Pool, Carolina Isabel[1]*; Hernández-Pinto, Carlos David[2]

[1]INIFAP, Campo Experimental Mocochá, km 25 antigua carretera Mérida-Motul, C.P. 97454, Mocochá, Yucatán, México. [2]Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Conkal, Avenida Tecnológico S/N, C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México.

***Autor principal: carolinabasto93@gmail.com**

RESUMEN

La calabaza Xmejen-K´uum es de gran importancia en Yucatán debido a que es una fuente de alimento y de ingresos para los productores locales. Por lo cual, el objetivo de esta investigación fue evaluar la capacidad germinativa de semillas de calabaza Xmejen-K´uum en función al desarrollo del fruto. Se evaluaron las semillas de frutos maduros (FM) y sobremaduros (FSM). Se determinó el porcentaje y tasa de germinación (%G y germinadas día^{-1} respectivamente), porcentaje y tasa de emergencia (%E y plántulas día^{-1} respectivamente), altura de la plántula (cm) y diámetro del tallo (mm). El estado de madurez de los frutos incrementó el porcentaje de germinación de las semillas (FM = 63%, FSM = 95%), la emergencia de las plántulas (FM = 84%, FSM = 98%), la TG (4.25 y 11.44 germinadas día^{-1} para FM y FSM respectivamente) y TE (5.55 y 6.74 plántulas día^{-1} para FM y FSM respectivamente), así como la altura (FM= 5.25 cm y FSM= 7.13 cm) y el diámetro del tallo (FM = 1.56 mm y FSM = 2.33 mm). Obtener semillas a partir de frutos sobremaduros mejora la viabilidad de las semillas de calabaza Xmejen-K´uum y reduce el tiempo del trasplante de las plántulas.

ABSTRACT

The Xmejen-K´uum squash is of great importance in Yucatán due to it is a source of food and income for local producers. Therefore, the objective of this research was to evaluate the germination capacity of Xmejen-K´uum squash seeds depending on the development of the fruit. The seeds of ripe (FM) and overripe fruits (FSM) were evaluated. The germination percentage and rate (%G and germinated day^{-1} respectively), emergence percentage and rate (%E and seedlings day^{-1} respectively), seedling height (cm) and stem diameter (mm) were determined. The state of maturity of the fruits increased the percentage of germination of the seeds (FM = 63%, FSM = 95%), the seedling emergence (FM = 84%, FSM = 98%), the TG (4.25 y 11.44 germinated day^{-1} for FM and FSM respectively) and TE (5.55 and 6.74 seedlings day^{-1} for FM and FSM respectively), as well as height (FM= 5.25 cm and FSM= 7.13 cm) and stem diameter (FM = 1.56 mm and FSM = 2.33 mm). Obtain seeds from

overripe fruits improves the viability of Xmejen-K'uum squash seeds and reduces the time of transplanting the seedlings.

INTRODUCCIÓN

Cucurbita moschata Duch es conocida con nombres nativos tanto en la región mesoamericana (principalmente en México), como en América del Sur (Lira *et al.,* 2009). En la península de Yucatán existen variaciones de nombres modificadas por descriptores de diferentes características de las razas locales cultivadas, es conocida como calabaza de pepita, calabaza de castilla o Xmejen k'uum (maya de la península de Yucatán). El principal uso de la calabaza Xmejen k'uum (*C. moschata*) es el alimenticio empleando frutos (inmaduros o maduros), flores masculinas y las partes tiernas de los tallos, también las semillas son consumidas y vendidas para diversos usos culinarios en la región (Ramos-Aguilar *et al.,* 2003). La mayoría de los productores obtienen semillas de fruto maduro fresco o de fruto seco, sin embargo, durante dicho proceso las semillas sufren alteraciones durante su desarrollo lo que afecta su capacidad germinativa (Leprince *et al.,*1993), por lo cual, el estado de madurez del fruto al momento de obtener las semillas influye significativamente en la viabilidad, también, se ha determinado que el almacenamiento post-cosecha de los frutos modifican los atributos fisiológicos de las semillas incrementando su viabilidad y vigor (Edwards y Sundstrom, 1987; Vidigal *et al.,* 2009).Por lo anterior el objetivo fue evaluar la capacidad germinativa de semillas de calabaza Xmejen-K´uum en función al desarrollo del fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Mocochá, Yucatán.

Se sembraron plantas de calabaza en una parcela a campo abierto y se cosecharon frutos a los 50 y 100 días después de la antesis (dda), es decir frutos maduros (FM) y sobremaduros (FSM) respectivamente. Los frutos se cortaron a la mitad para extraer las semillas, estás fueron seleccionadas por flotación, las semillas viables (no vanas) se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2% por 3 minutos, se lavaron y secaron hasta alcanzar una humedad del 6 al 10 % de acuerdo al SNICS, 2014.

Las variables de respuesta fueron: porcentaje y tasa de germinación (%G y TG), porcentaje y tasa de emergencia (%E y TE), altura de la planta y diámetro de tallo. El %G se evaluó en 5 cajas Petri con 20 semillas considerando cada caja como una repetición, para el %E se determinó sembrando 5 lotes de 10 semillas por tratamiento. Para las variables fisiológicas de las semillas se calcularon usando las formulas del ISTA (2004). La altura se midió del cuello de la planta al brote apical y el diámetro del tallo a 1 cm del cepellón. Los datos de porcentaje fueron transformados por la raíz cuadrada de arcoseno. Con los datos se realizó un ANDEVA y donde hubo diferencias se realizó una comparación de medias (Tukey P≤0.05). Los análisis se realizaron con el programa Statistica 7 (Statsoft, Tulsa, Ok, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las variables fisiológicas de las semillas el estado de madurez de los frutos modifico la viabilidad de las semillas al incrementar significativamente el porcentaje de germinación de las semillas hasta en un 30%, las semillas de FSM obtuvieron el mayor valor con 95% mientras que las semillas de FM un 63% (Figura 1a). También, en el porcentaje de emergencia de las plántulas, las semillas de FSM obtuvieron el mayor vigor con 98 % y las semillas de FM un 84% (Figura 1 b). Es evidente que la madurez del fruto influyo en los atributos fisiológicos de las semillas como lo indican Randle and Honma (1981) quienes mencionan que la madurez del fruto modifica la viabilidad de las semillas.

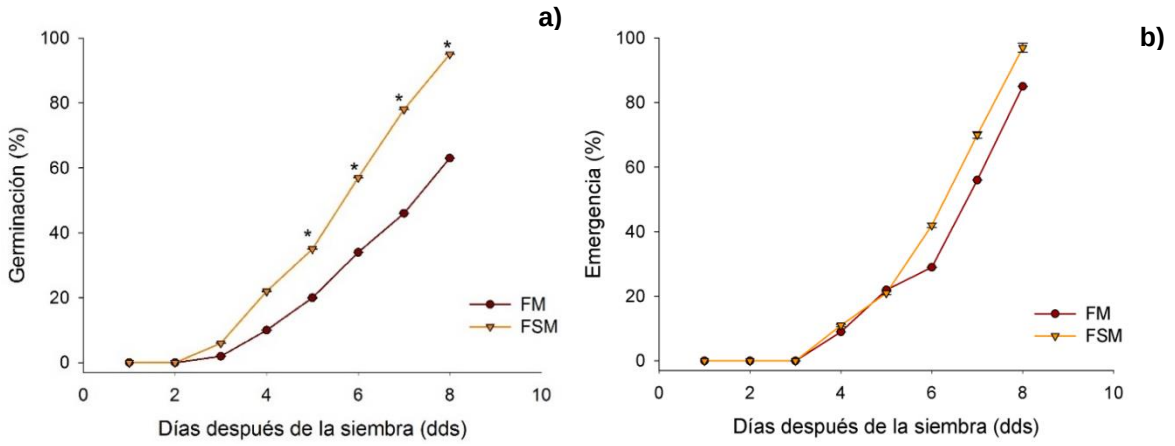


Figura 1. Germinación de semillas de *C. moschata.* a) Porcentaje de germinación acumulada y b) Porcentaje de emergencia acumulada. (*) indican diferencias estadísticas significativas (Tukey P≤0.05).

En cuanto a las tasas de germinación y de emergencia se observó que las semillas de FSM fueron superiores estadísticamente a las semillas de FM, registrando valores de 11.44 germinadas día^{-1} y 6.74 plántulas día^{-1} respectivamente, lo que indican que las semillas germinadas produjeron plántulas con mayor vigor y homogenización en la emergencia, indispensable al momento del trasplante (Figura 2 a y b). Al respecto, Matthews y Khajeh-Hosseini (2006) mencionan que tasas altas indican plantas homogéneas y una germinación lenta y tasas bajas producen plántulas heterogéneas.

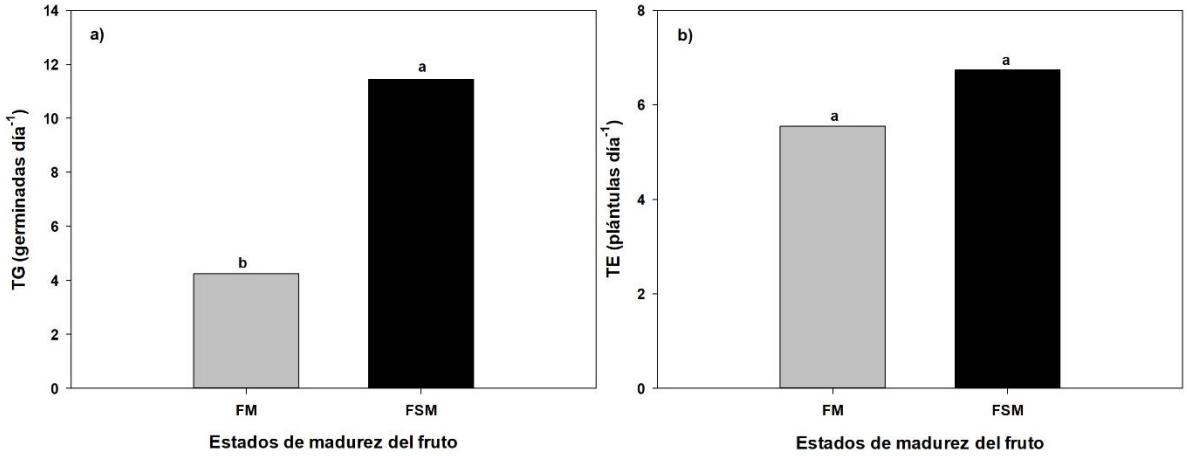


Figura 2. Tasas de germinación y emergencia en función del estado de madurez del fruto. **a)** Tasa de germinación (TG) y **b)** Tasa de emergencia (TE). Literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Tukey P≤0.05).

Cuadro 1. Altura y diámetro de tallo de plántulas de *C. moschata*.

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro (mm)
Fruto maduro (FM)	5.25 b	1.56 b
Fruto sobremaduro (FSM)	7.13 a	2.33 a

Literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas Tukey P≤0 05.

En las variables de crecimiento las semillas de FSM produjeron plántulas más altas y con un mayor diámetro del tallo (7.13 cm y 2.33 mm respectivamente), en comparación con las plántulas de semillas de frutos maduros, es evidente que el estado de madurez del fruto influyó en la calidad de las semillas y como resultado emergieron plántulas vigorosas en menor tiempo, con una mayor altura y robustez del tallo propicio al momento del trasplante, como lo indican Sallaku *et al.,* (2009) mencionan que a mayor altura mayor calidad de plántulas, consecuencia de la distribución de fotoasimilados en hojas, tallos y raíces principales.

CONCLUSIONES

Obtener semillas a partir de frutos sobremaduros 100 dda mejora la viabilidad de las semillas de calabaza Xmejen K'uum (*C. moschata*), así como la obtención de plántulas vigorosas lo que reduce el tiempo de trasplante de las plántulas al incrementar la altura y diámetro del tallo en comparación con las semillas que se obtienen de frutos maduros.

REFERENCIAS

Edwards, R. L. and Sundstrom, F. J. 1987. Afterripening and harvesthing effects on Tabasco pepper seed germination performance. HortScience 22:473-475.

ISTA, International Seed Testing Association. 2004. International Rules for Seed Testing. Rules 2004. ISTA Editions. Bassersdorf, CH-Switzerland. 243 p.

Leprince O., Hendry, G. A. F. and McKersie, B. D. 1993. The mechanisms of desiccation tolerance in developing seeds. Seed Sci. Res. 3:231-246.

Lira, S. R., Eguiarte, L. y Montes, S. 2009. Proyecto Recopilación y análisis de la información existente de las especies de los géneros *Cucurbita* y *Sechium* que crecen y/o se cultivan en México.

Matthews, S. and Khajeh-Hosseini, M. 2006. Mean germination time as indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays*). Seed Science and Technology 34:339-347.

Ramos-Aguilar, C., Molina-Moreno, J. C. y García de los Santos, G. 2003. Tolerancia a desecación y deterioro fisiológico en semillas de calabaza (*Cucurbita moschata* duchesne). Rev. Fitotec. Mex. Vol. 26 (3): 161 – 166.

Randle, W. M. and Honma, S. 1981. Dormancy in peppers. Scientia Horticulturae 14:19-25.

Sallaku, G., Bani, A. y Balliu, A. 2009 The effects of N concentration in pretransplant nutrient solution on the N use efficiency and dry mass partitioning of vegetable solanaceae seedlings. Acta Hort. 830:405412.

SNICS, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. 2014.

Vidigal, D. S., D. C. F. S. Dias, E. R. V. Von Phino and L. A. S. Días. 2009. Sweet pepper seed quality and lea-protein activity in relation to fruit maturation and post-harvest storage. Seed Science and Technology 37:192-201.

VALIDACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE TRIGO EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C.

VALIDATION OF NEW WHEAT VARIETIES IN THE MEXICALI VALLEY, B. C.

Pérez-Franco, Francisca[1*], Jorge Iván Alvarado Padilla[2], Gabriela Chávez Villalba[3], Huizar Leonardo Díaz Ceniceros[4] y Elizabeth García Leon[5].

[1]Estudiante de la Universidad Autónoma de Baja California-ICA, Mexicali, Baja California, [2]Campo Experimental Valle de Mexicali-INIFAP, Mexicali, Baja California. [3]Campo Experimental Norman E. Borlaug, Ciudad Obregón, Sonora, [4]Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. *Autor principal: francisca.perez@uabc.edu.mx

RESUMEN

La alisan entre el INIFAP y CIMMYT que se formaliza en 2016 para desarrollar un proyecto financiado por CONASIST, el cual consiste en generar variedades con rendimiento, calidad y resistencia a enfermedades que se puedan sembrar a nivel nacional. Este proyecto dio como resultados la liberación de nuevas variedades las cuales son el objetivo del presente trabajo el cual se evaluó el rendimiento de grano de nuevas variedades de trigo duro y harinero sembradas en dos fechas de siembra. La siembra se realiza en dos fechas (15 de noviembre y 26 de diciembre de 2019) y el manejo de fertilización, riegos, control de plagas y maleza se realizaron siguiendo las recomendaciones emitidas por el INIFAP para el Valle de Mexicali. Los rendimientos obtenidos en las fechas fueron comparados entre variedades y al promedio del rendimiento se realizó un análisis de incremento del rendimiento expresado en porcentaje. Los resultados muestran que las variedades sembradas en la fecha temprana los rendimientos no son mayores que los obtenidos en las fechas tardías, también se observó que en las fechas tardías las variedades harineras no fueron favorecidas como las variedades cristalinas. En conclusión, las nuevas variedades Isabel Oro C2018, Nohely F2018 y CIANO M2018 superan el rendimiento de las variedades más sembradas en el Valle de Mexicali.

ABSTRACT

It is smoothed between INIFAP and CIMMYT, which was formalized in 2016 to develop a project financed by CONASIST, which consists of generating varieties with yield, quality and resistance to diseases, which can be at the national level. This project resulted in the release of new varieties, which are the objective of this work, which evaluated the grain yield of new varieties of durum and flour wheat sown on two sowing dates. Sowing takes place on two dates (November 15 and December 26, 2019) and the management of fertilization, irrigation, pest and weed control is carried out following the recommendations issued by INIFAP for the Mexicali Valley. The yields obtained on the dates were compared between varieties and an analysis of the increase in yield expressed as a percentage was carried out at the average yield. The results show that the varieties sown in the early date the yields are not higher than those obtained in the late dates, it was also observed that in the late dates the

flour varieties were not favored as the crystalline varieties. In conclusion, the new varieties Isabel Oro C2018, Nohely F2018 and CIANO M2018 exceed the yield of the varieties most sown in the Mexicali Valley.

INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético del trigo en México está enfocado principalmente en reducir estrés causado por factores bióticos y abióticos del ambiente, resistencia genética contra patógenos causantes de enfermedades, incrementar el potencial de rendimiento y mejorar la calidad del grano (Villaseñor, 2015). En 2016, se implementó un proyecto de investigación interinstitucional donde participaron los programas de mejoramiento de trigo de INIFAP, CIMMYT y COLPOS, para que con el desarrollo e intercambio de germoplasma e información se generen líneas uniformes (Hortelano, *et. al.,* 2016), el programa de mejoramiento genético del Campo Experimental Valle de Mexicali en Baja California está orientado en liberar variedades con rendimiento y calidad industrial (Alvarado, *et. al*., 2019), por lo tanto, en esta investigación se evaluó el rendimiento de grano de nuevas variedades de trigo duro y harinero sembradas en dos fechas de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en el Campo Experimental Valle de Mexicali, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado a 32° 18' de latitud norte y -115° 4' longitud oeste durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2019-2020. Las variedades analizadas fueron liberadas en diferentes regiones trigueras de México y fueron sembradas en surcos con una separación de 75 cm entre surco y sobre el lomo del surco dos hileras a 30 cm de separación, a una densidad de 70 kg ha^{-1}. Este diseño de siembra se implementó para la siembra temprana (15 de noviembre de 2019) y para la siembra tardía (26 de diciembre de 2019). El manejo de fertilización, riegos, control de plagas y maleza se realizaron siguiendo las recomendaciones emitidas por el INIFAP para el Valle de Mexicali (Alvarado *et. al*., 2014). Cuando las variedades dieron punto para cosechar el grano, se usó una maquina mini-combinada y se trilló la parcela completa, pesando la producción total obtenida en los 750 m^2 y extrapolando el rendimiento a kg ha^{-1}, estos resultados fueron comparados entre variedades y el promedio del rendimiento entre fechas se realizó un análisis de incremento del rendimiento expresado en porcentaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de grano es la relación del número de granos por unidad de superficie y esta relación es afectada por la temperatura y radiación incidente en la etapa de espigamiento terminal y antesis, pero la temperatura en la etapa de llenado de grano es la que más afecta el rendimiento de grano (Ortiz *et al.*, 1994). Estas variaciones climáticas se pueden presentar durante el desarrollo del trigo en el Valle de Mexicali dependiendo la fecha de siembra. En la figura 1, se registra que con fechas tempranas el rendimiento de grano tiene una estabilidad independientemente de la variedad de trigo sembrada. Así mismo se

aprecia que en fecha tardías el grupo de variedades harineras es más afecto que las de trigo duro. Independientemente de los cultivares, la fecha de siembra tardía merma el rendimiento con respecto a la fecha de siembra temprana, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Solís *et al*., 2010.

La variedad Isabel Oro C2018 obtuvo el mayor rendimiento de grano en ambas fechas de siembra, dicho comportamiento la presenta como una de la mejor alternativa para los productores del Valle de Mexicali, cultivar que les permitirá obtener alrededor de 1,244 kg ha^{-1}, si se siembra en fechas tempranas. Además, por su alto contenido de pigmento en sémola tendrá una rápida aceptación por la industria.

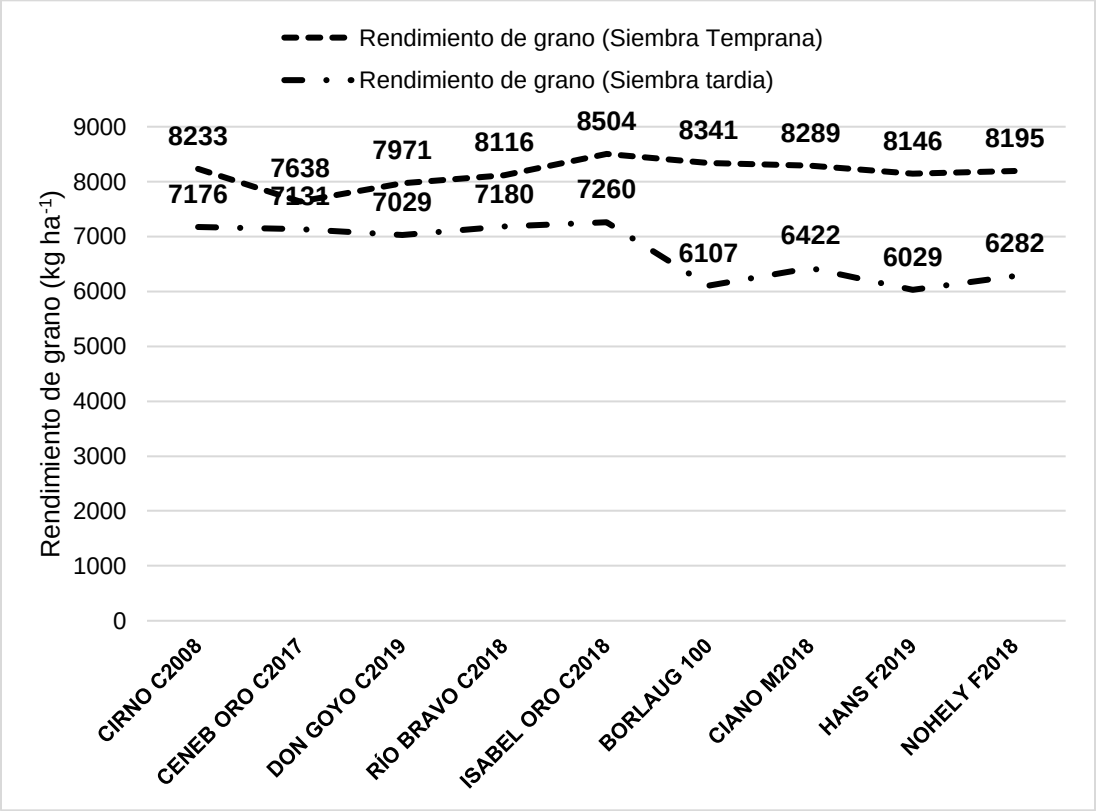


Figura 1**.** Rendimiento de grano de variedades de trigo sembradas en dos fechas de siembra durante el ciclo agrícola O-I 2019-2020 en el Valle de Mexicali, B. C.

Al analizar el promedio del rendimiento de grano en fechas de siembra se puede observar que Isabel Oro C2018 incremento el rendimiento de grano en 2.3% con respecto a CIRNO C2008, variedad de trigo cristalino más sembrada en el Valle de Mexicali. De igual forma las variedades de trigo harinero CIANO M2018 y NOHELY F2018 superaron el rendimiento de grano a BORLAUG 100, variedad de su grupo más sembrada en el ciclo agrícola O-I 2019-2020 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Incremento del rendimiento de grano en nuevas variedades de trigo sembradas en el ciclo O-I 2019-2020 en el Valle de Mexicali.

Variedad	Rendimiento promedio de dos fechas de siembra (kg ha^{-1})	Diferencia del rendimiento con respecto a CIRNO C2008 (%)	Diferencia del rendimiento con respecto a BORLAUG 100 (%)
CIRNO C2008	7704	0	
CENEB ORO C2017	7384	-4.3	
DON GOYO C2019	7500	-2.7	
RÍO BRAVO C2018	7648	-0.7	
ISABEL ORO C2018	7882	2.3	
BORLAUG 100	7224		0
CIANO M2018	7356		1.8
HANS F2019	7087		-1.9
NOHELY F2018	7239		0.2

CONCLUSIONES

La fecha de siembra más adecuada para la siembra de trigo son siembras tempranas. Para siembras tardías es más recomendable sembrarse con variedades de trigo cristalino. Las nuevas variedades Isabel Oro C2018, Nohely F2018 y CIANO M2018 superan el rendimiento de las variedades más sembradas en el Valle de Mexicali.

REFERENCIAS

Alvarado P. I. J., Ávila C. E., Camacho C. M. A., Chávez V. G., Gómez M. R y Camarillo P. M. 2014. Producción de trigo en los Valles de Mexicali, B. C. y San Luis Río Colorado, Son. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Valle de Mexicali. Folleto para Productores No. 64. 20

Alvarado P. J. I., Chávez V. G., Borbón G. A., Huerta E. J., Villaseñor M. H. E., Hortelano S. R. R. y Martínez C. E. 2019. Isabel Oro C2018: Nueva variedad de trigo cristalino para su siembra en el Noroeste de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Valle de Mexicali. Desplegable para productores No. 93

Hortelano R., Martínez E., Villaseñor H. E. y Morales V. 2016. Mejoramiento genético de trigo en México. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. 3 (6): 25-31

Ortiz M. J. I, Dhillon S. S. y Ficher R. A. 1994. Date of sowing effects on grain yield components of irrigated spring wheat cultivars and relationships with radiation and temperatura in Ludhiana, India. Field Crops Res. 37:169-184.

Solís M. E., Espinoza T. E. y Ramírez R. A. 2010. Efecto de la fecha de siembra en el rendimiento del trigo en Bajío, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Bajío. Folleto Científico No. 2. 19

Villaseñor M. H. E. 2015. Sistema de mejoramiento genético de trigo en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 11: 2183-2189

RESPUESTA DE LA AVENA *var.* TURQUESA A LA APLICACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES

RESPONSE OF OATS *var.* TURQUESA TO DIFFERENT FETILIZERS

Domínguez-Martínez, Pablo Alfredo[1*]; Saúl Santana Espinoza[1], Rigoberto Rosales Serna[1], Donají Sierra Zurita, Julio César Ríos Saucedo[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango – El Mezquital km. 4.5. Durango, Dgo. México. C.P. 34170. *Autor principal: dominguez.pablo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento de forraje de avena *var.* Turquesa con la aplicación de distintos fertilizantes durante el ciclo primavera-verano 2020. Para la siembra se utilizó una sembradora de granos pequeños (Aitchinson GrassFarmer®), se sembraron cuatro camas de 50 m de longitud y 6 m de ancho, con hileras de plantas cada 15 cm. A cada una de las camas se le aplicó uno de cuatro tratamientos: testigo (Sin Fertilizante), urea a razón de 120 unidades de nitrógeno/ha (Químico), UAN 32 a razón de 6 L/ha (Foliar), y Pélets a razón de 6000 kg/ha. Los muestreos se iniciaron 36 días después de la siembra (DDS) y para su realización en la melga de tratamiento se tomaron seis muestras aleatorias y equidistantes con un cuadrante de 50 cm x 50 cm (2500 cm^2) para la determinación del rendimiento de forraje fresco y forraje seco en toneladas por hectárea (t/ha). El máximo rendimiento de forraje verde se obtiene alrededor de los 90 días después de la siembra (en promedio 24.792 t/ha), sin importar el tratamiento de fertilización que se haya aplicado. El máximo rendimiento de forraje seco se obtiene alrededor de los 100 días después de la siembra (en promedio 7.433 t/ha), independientemente del tratamiento de fertilización que se haya aplicado.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the forage yield of oats *var.* Turquesa with fertilization from different sources during the 2020 spring-summer cycle. Four beds of 50 m long by 6 m wide were sown using an Aitchinson Grass Farmer®. Each bed received one of four treatments: Control with no fertilization, Chemical with 120 units of nitrogen/ha, Foliar using 6 L/ha of UAN 32, and 6000 kg/ha of Pellets. Sampling started 36 days after sowing; in each bed six samples were taken using a quadrant of 2,500 cm^2 in order to determine fresh and dry forage yield (t/ha). The highest fresh forage yield (average of 24.792 t/ha) was obtained around 90 days after sowing, with no differences among treatments. The highest dry forage yield (average of 7.433 t/ha) was registered after 100 days of sowing, regardless of fertilization treatments.

INTRODUCCION

Las especies de grano pequeño producen forraje de calidad, es por ello que se han vuelto una parte importante de la alimentación animal. En general, estas especies tienen mayor

tolerancia a condiciones de sequía y estrés térmico (bajas temperaturas) que las leguminosas forrajeras. Debido a su aporte nutricional y al constante crecimiento de la actividad ganadera, los cereales de grano pequeño son más importantes en la elaboración de raciones balanceadas para el ganado (Droushiotis, 2004).

En el estado de Durango se sembraron 127, 152 ha de avena durante el año 2014. Del total de la superficie sembrada, el 98.9 % se destinó a la producción de forraje mientras que tan solo el 1.1 % fue para la producción de grano de avena. El rendimiento promedio de forraje fue de 13.62 t ha^{-1} y para grano fue de 3.45 t ha^{-1} con precios de venta de \$481.21 t^{-1} y \$4,424.80 t^{-1}, respectivamente (Domínguez-Martínez *et al*., 2016a).

En un estudio previo (Domínguez-Martínez *et al*., 2016b) se identificó a la variedad Turquesa como un material sobresaliente por su rendimiento alto y poca interacción con los ambientes en los que se probó. Sin embargo, los resultados de ese estudio se obtuvieron con el uso de fertilizante químico. De ahí que, resulta necesario comprobar la productividad de la avena *var.* Turquesa con distintos tipos de fertilizante.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento de forraje de avena *var.* Turquesa con la aplicación de distintos fertilizantes durante el ciclo primavera-verano 2020.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló en el Campo Experimental Valle del Guadiana, perteneciente al INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias), situado en la carretera Durango-El Mezquital km 4.5. El sitio se ubica a los 23° 59’ 21” N, 104° 37’ 33” O y una altitud de 1,877 m. El suelo predominante del sitio es de tipo franco-arcilloso, el cual tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 4 %, pH de 7.9 (alcalino) y es pobre en contenido de materia orgánica, fósforo y nitrógeno. El clima predominante es templado semiárido [BS1 kw (w) (e)], con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura y la media anual para esta variable es de 17.4 °C (García, 1987). La lluvia acumulada durante el año alcanza un promedio de 476 mm, con valores altos entre junio y septiembre (Medina *et al*., 2005).

Para la siembra se utilizó una sembradora de granos pequeños (Aitchinson GrassFarmer®), se sembraron cuatro camas de 50 m de longitud y 6 m de ancho, con hileras de plantas cada 15 cm. A cada una de las camas se le aplicó uno de cuatro tratamientos: testigo (Sin Fertilizante), urea a razón de 120 unidades de nitrógeno/ha (Químico), UAN 32 a razón de 6 L/ha (Foliar), y Pélets a razón de 6000 kg/ha. Además de la lluvia ocurrida durante el periodo de realización del estudio se aplicaron dos riegos de auxilio con una lámina aproximada de 15 cm, para evitar el estrés hídrico en las plantas. El control de la maleza se realizó mediante una aplicación del herbicida 2,4-D Amina: sal dimetilamina del ácido 2,4- Diclorofenoxiacético (Full-mina).

Durante el periodo de estudio se evaluó el rendimiento de forraje fresco (FF) y forraje seco (FS). Los muestreos se iniciaron 36 días después de la siembra (DDS) y para su realización en la melga de tratamiento se tomaron seis muestras aleatorias y equidistantes con un

cuadrante de 50 cm x 50 cm (2500 cm^2) para la determinación del rendimiento de FF y FS en toneladas por hectárea (t/ha). Las muestras obtenidas en campo se pesaron, inmediatamente después del corte, en una báscula electrónica con precisión de 0.01 g para registrar el peso fresco (PF). Luego, se colocaron las muestras en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C durante 72 h y se pesaron nuevamente para obtener el peso seco. Los resultados obtenidos para el PF y PS se utilizaron para estimar el rendimiento en toneladas por hectárea.

Los datos obtenidos para las variables evaluadas en campo se utilizaron en el análisis estadístico (ANOVA), para contar con la información necesaria para hacer las comparaciones entre tratamientos de fertilización. Las variables evaluadas fueron analizadas con base en un diseño completamente aleatorio con seis repeticiones y la comparación de medias se realizó con base en la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). El análisis de varianza y la comparación de medias se realizaron con el programa de cómputo SAS Ver. 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSION

En cuanto al rendimiento de forraje fresco no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en los muestreos 1, 2, 4, 6, 7 y 8 (Figura 1). En el tercer muestreo el tratamiento de fertilización química fue el que produjo más forraje (7.188 t/ha). El tratamiento sin fertilización obtuvo un rendimiento intermedio de 5.869 t/ha, mientras que, los tratamientos Foliar y Pélets obtuvieron los rendimientos más bajos (4.440 y 4.236 t/ha, respectivamente). En los datos obtenidos durante el quinto muestreo también se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Nuevamente, el rendimiento del tratamiento Químico (22.793 t/ha) superó a los demás. Los tratamientos Foliar y Pélets tuvieron rendimientos intermedios (18.372 y 18.090 t/ha, respectivamente) y el más bajo se presentó en el Testigo (15.835 t/ha).

En la Figura 1 se observa que, el máximo rendimiento de forraje verde se obtiene alrededor de los 90 días después de la siembra (en promedio 24.792 t/ha), sin importar el tratamiento de fertilización que se haya aplicado.

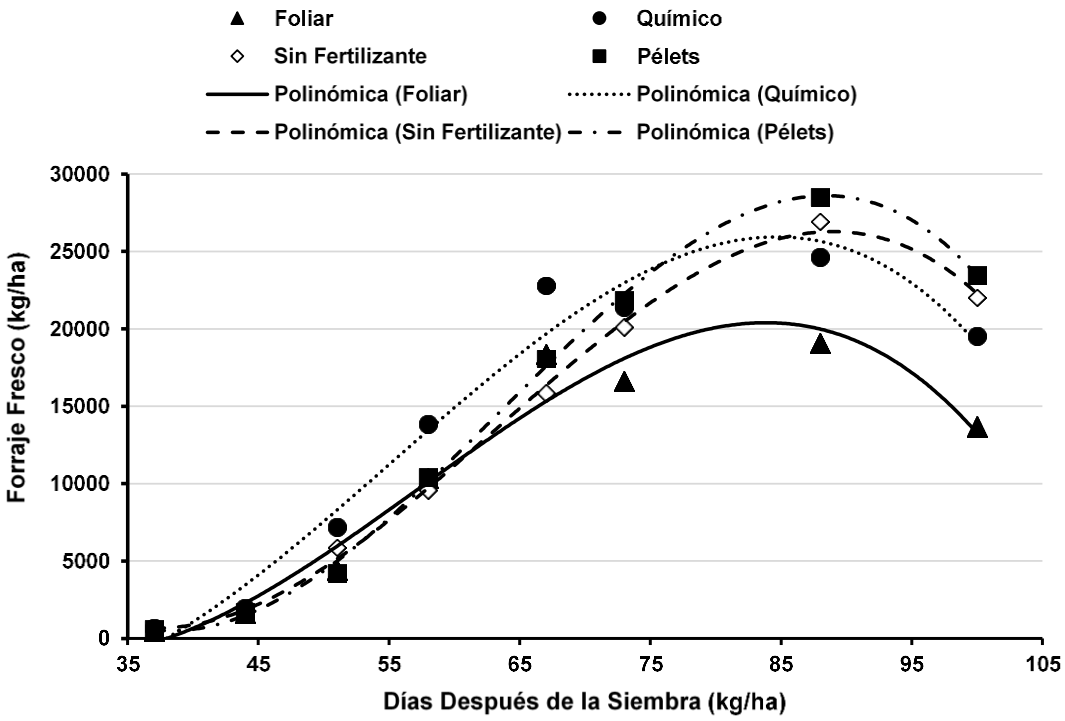


Figura 1. Rendimiento de forraje fresco en avena Turquesa en cuatro tratamientos de fertilización.

En el rendimiento de forraje seco no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en los muestreos 1, 2, 4, 6, 7 y 8 (Figura 2). En el tercer muestreo el tratamiento de fertilización química fue el que produjo más forraje (1.070 t/ha). El tratamiento sin fertilización obtuvo un rendimiento intermedio de 0.952 t/ha, mientras que, los tratamientos Foliar y Pélets obtuvieron los rendimientos más bajos (0.704 y 0.686 t/ha, respectivamente). En los datos obtenidos durante el quinto muestreo también se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Nuevamente, el rendimiento del tratamiento Químico (4.102 t/ha) superó a los demás. Los tratamientos Foliar y Pélets tuvieron rendimientos intermedios (3.451 y 2.898 t/ha, respectivamente) y el más bajo se presentó en el Testigo (2.301 t/ha).

En la Figura 2 se observa que, el máximo rendimiento de forraje seco se obtiene alrededor de los 100 días después de la siembra (en promedio 7.433 t/ha), independientemente del tratamiento de fertilización que se haya aplicado.

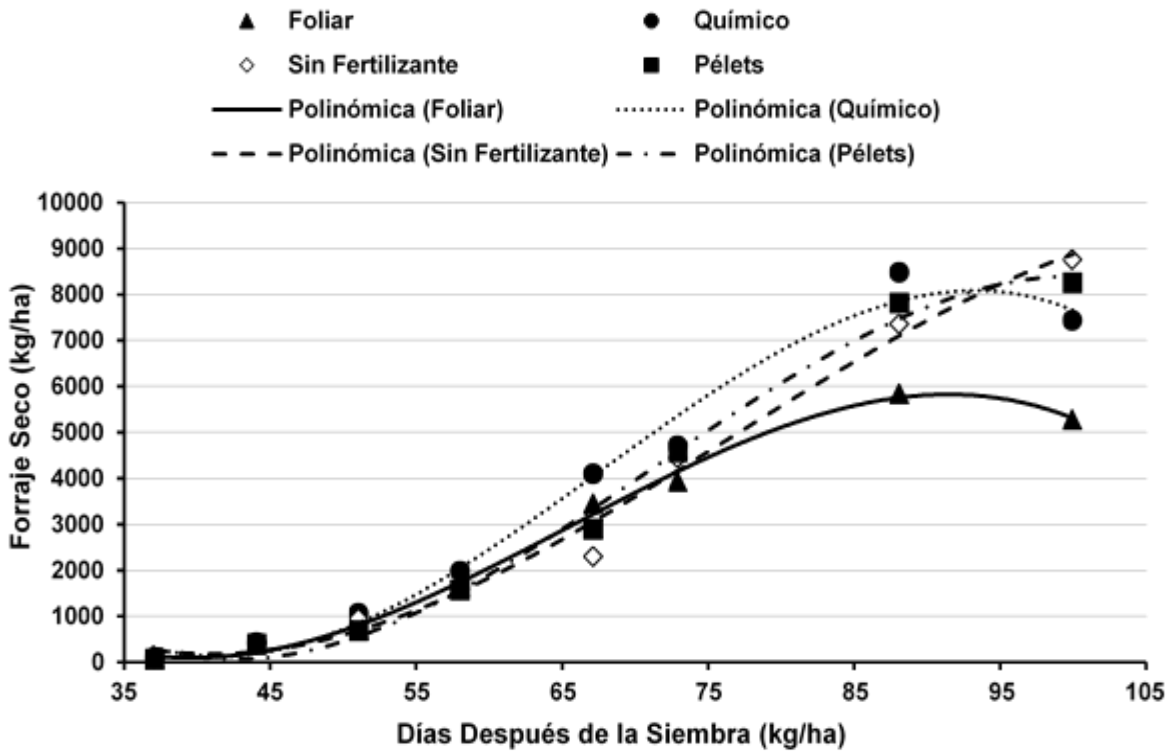


Figura 2. Rendimiento de forraje seco en avena Turquesa en cuatro tratamientos de fertilización.

CONCLUSIONES

La aplicación de distintos tipos de fertilizante únicamente tiene efecto sobre el rendimiento de la avena *var.* Turquesa alrededor de los 50 y 90 días después de la siembra. Resulta interesante observar que la aplicación de pélets permite alcanzar rendimientos similares a los obtenidos con la fertilización química. Se requiere de más estudios a largo plazo que, permitan observar si la incorporación de materia orgánica en forma de pélets tiene algún efecto sobre cultivos subsecuentes y la fertilidad del suelo.

REFERENCIAS

Domínguez-Martínez, P.A. R. Rosales-Serna, H. Flores-Gallardo, R. Jiménez-Ocampo, S. Santana-Espinoza. 2016 a. Productividad de especies forrajeras cultivadas bajo distintas condiciones de humedad en Durango. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Folleto Técnico Núm. 83. 24 pp.

Domínguez-Martínez, P.A. R. Rosales-Serna, R. Jiménez-Ocampo, H. Flores-Gallardo, S. Santana-Espinoza. 2016 b. Análisis de estabilidad del rendimiento de forraje de tres variedades de avena cultivadas en ambientes diferentes. Memoria de la XXVIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo. pp. 216 – 220.

Droushiotis, N.D. 2004. Algerian: a new oat variety for forage production. Micellaneous reports; Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture, Natural Resources and the Environment. Nicosia, Cyprus. pp. 5.

García M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. Enriqueta García de Miranda. México, D. F. 217 p.

Medina G., G., G. Díaz P., J. López H., J. A. Ruiz C., y M. Marín S. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Durango (Periodo 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo. México. 224 p.

PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN PRADERAS DE *xFESTULOLIUM* FERTILIZADAS CON ABONOS ORGÁNICOS

WATER PRODUCTIVITY OF *xFESTULOLIUM* PASTURES UNDER ORGANIC FERTILIZATION

Domínguez-Martínez, Pablo Alfredo[1*], Rigoberto Rosales Serna[1], Saúl Santana Espinoza[1], Donají Sierra Zurita[1], Julio César Ríos Saucedo[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango – El Mezquital km. 4.5. Durango, Dgo. México. C.P. 34170. *Autor principal: dominguez.pablo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la productividad del agua en praderas de *xFestulolium* fertilizadas con abonos orgánicos durante el ciclo otoño-invierno 2019-2020. Durante un periodo de 186 días después de la siembra (DDS) se evaluó la altura de la planta, rendimiento de forraje fresco (FF) y forraje seco (FS). Los muestreos se iniciaron 88 días después de la siembra (DDS) y para su realización en la melga de tratamiento se tomaron seis muestras aleatorias y equidistantes con un cuadrante de 50 cm x 50 cm (2500 cm^2) para la determinación del rendimiento de FF y FS en toneladas por hectárea (t/ha). Con el registro de la cantidad de lluvia acumulada y la evaluación de las láminas de riego (Lr) aplicadas (mm) en cada corte, se determinó la Lr total (Lrt) suministrada en cada tratamiento durante el periodo de evaluación. El pasto Festulolium mostró capacidad para producir entre 9,460 kg/ha y 13,708 kg/ha de forraje fresco, así como 1,974 kg/ha a 2,437 kg/ha de forraje seco, en cortes realizados cada 14 a 20 días. Se obtuvieron valores máximos de productividad del agua entre 32.7 g/mm/ha y 103.0 g/mm/ha para forraje fresco; mientras que para el caso de forraje seco los valores fluctuaron entre 5.6 g/mm/ha y 18.3 g/mm/ha.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the water productivity of *xFestulolium* pastures under organic fertilization during the 2019-2020 fall-winter cycle. Values of plant height, fresh forage yield, and dry forage yield were recorded during 186 days after sowing (DAS). Sampling began 88 DAS, taking six 50 cm x 50 cm random samples at equal distance in each bed. Data analysis was performed using a completely randomized design with six replicates, and comparing mean values using a Tukey ($p \leq 0.05$) test. Total irrigation lamina (Lrt) was determined using the total rain fall and irrigation supplied at each cutting during the experimental period. xFestulolium grass is capable of producing 9.46 to 13.708 t/ha of fresh forage and 1.947 to 2.437 t/ha of dry forage, with defoliations at 14 to 20-day intervals. Fresh forage water productivity was of 32.7 g/mm/ha to 103.0 g/mm/ha, as for dry forage values ranged from 5.6 g/mm/ha to 18.3 g/mm/ha. Plant height between defoliations ranged from 19.0 to 33.0 cm.

INTRODUCCIÓN

En el Altiplano de México, la disponibilidad de agua es limitada, por lo que se requiere el incremento de la productividad y calidad del forraje en los pastos utilizados en praderas irrigadas, las cuales se utilizan principalmente para la alimentación del ganado bovino. Se han propuesto diferentes variedades y mezclas comerciales de pastos para la producción intensiva de forraje en praderas irrigadas de ballico anual (*Lolium multiflorum*) y ballico perenne (*Lolium perenne*). En los últimos años se ha propuesto el uso de otras especies, híbridos y variedades con productividad alta de forraje, entre los que sobresale x*Festololium*. Algunos de estos híbridos muestran valores altos para la productividad del agua, toleran temperaturas bajas durante el invierno y su biomasa puede utilizarse como forraje de alto valor proteico (12 a 21 %).

En las praderas que se establecen en Durango, para la alimentación del ganado bovino, se utiliza principalmente riego por gravedad, el cual ha demostrado baja eficiencia en la aplicación del agua (40 a 80 %; MINAGRI, 2015). Con base en lo anterior, se recomienda el uso de métodos que permitan la calendarización apropiada del riego, lo cual facilita el ajuste de la frecuencia y cantidad de agua aplicada mediante el estudio combinado del suelo, ambiente, planta y manejo agronómico (Ojeda *et al*., 2006). El estudio del requerimiento hídrico de los pastos usados en la producción de forraje facilitará la emisión de recomendaciones para determinar las láminas de riego (Lr) óptimas en cada especie y variedad cultivada; así como, la elaboración de calendarios de aplicación sustentados con modelos de programación integral.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la productividad del agua en praderas de *xFestulolium* fertilizadas con abonos orgánicos durante el ciclo otoño-invierno 2019-2020.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el Campo Experimental Valle del Guadiana, perteneciente al INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias), situado en la carretera Durango-El Mezquital km 4.5. El sitio se ubica a los 23° 59’ 21” N, 104° 37’ 33” O y una altitud de 1,877 m. El suelo predominante del sitio es de tipo franco-arcilloso, el cual tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 4 %, pH de 7.9 (alcalino) y es pobre en contenido de materia orgánica, fósforo y nitrógeno. El clima predominante es templado semiárido [BS1 kw (w) (e)], con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura y la media anual para esta variable es de 17.4 °C (García, 1987). La lluvia acumulada durante el año alcanza un promedio de 476 mm, con valores altos entre junio y septiembre (Medina *et al*., 2005).

La siembra se realizó el día 11 de noviembre de 2019, lo cual correspondió al ciclo otoño-invierno de 2019-2020. Se utilizó una sembradora de granos pequeños (Aitchinson GrassFarmer®), se sembraron seis camas de 50 m de longitud y 4.20 m de ancho, con hileras de plantas cada 15 cm. Se fertilizó con la dosis 120-80-00 (N-P_2O_5-K_2O), aplicada al momento de la siembra. A cada una de las camas se le aplicó uno de seis tratamientos: testigo (Sin Fertilizante), urea a razón de 50 unidades de nitrógeno/ha (Químico), Té de composta 100 L/ha (Té de composta), UAN 32 a razón de 6 L/ha (UAN 32), NB Soil a razón de 160 L/ha y Magro a razón de 10 L/ha. Además de la lluvia ocurrida durante el periodo de realización del estudio se aplicó riego de auxilio después de cada corte para evitar el estrés

hídrico en las plantas. El control de la maleza, antes del primer corte, se realizó mediante una aplicación del herbicida 2,4-D Amina: sal dimetilamina del ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (Full-mina).

Durante un periodo de 186 días después de la siembra (DDS) se evaluó la altura de la planta, rendimiento de forraje fresco (FF) y forraje seco (FS). Los muestreos se iniciaron 88 días después de la siembra (DDS) y para su realización en la melga de cada tratamiento se tomaron seis muestras aleatorias y equidistantes con un cuadrante de 50 cm x 50 cm (2500 cm^2) para la determinación del rendimiento de FF y FS en toneladas por hectárea (t/ha). En cada muestreo se cortaron con unas tijeras los tallos a una altura de 8 cm sobre la superficie del suelo. Las muestras se colocaron en bolsas de papel previamente rotuladas con la identificación de cada muestreo, tratamiento y repetición.

Las melgas de pasto se segaron mecánicamente después del muestreo de la producción de forraje verde, con la finalidad de determinar la capacidad de rebrote y productividad entre muestreos. Las muestras obtenidas en campo se pesaron, inmediatamente después del corte, en una báscula electrónica con precisión de 0.01 g para registrar el peso fresco (PF). Luego, se colocaron las muestras en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C durante 72 h y se pesaron nuevamente para obtener el peso seco. Los resultados obtenidos para el PF y PS se utilizaron para estimar el rendimiento en toneladas por hectárea.

Con el registro de la cantidad de lluvia acumulada y la evaluación de las láminas de riego (Lr) aplicadas (mm) en cada corte, se determinó la Lr total (Lrt) suministrada en cada tratamiento durante el periodo de evaluación. La lámina de riego en cada corte, conocida como lámina de reposición (dc) se calculó con la ecuación dc = [((Wc- Wa)/100)*PEA*D]; donde Wc= capacidad de campo (%), Wa= contenido de humedad antes del riego, PEA = peso específico aparente (1.5 g/cm^3) y D= profundidad efectiva de raíces (0.30 m) (Morábito *et al*., 2008). Además, se consideró la lluvia acumulada durante el ciclo de cultivo para el cálculo de la lámina de riego total (Lrt) que se acumuló en el periodo de evaluación.

Los registros de la lluvia acumulada y otras variables climáticas se obtuvieron de la Red de Casetas Agrometeorológicas del INIFAP, una de las cuales está instalada en cada sitio de estudio (INIFAP, 2017). La humedad del suelo se evaluó antes y después de los riegos de auxilio, mediante el uso del equipo TDR HydroSense II (Time Domain Reflectometer, Campbell Scientific, Logan UT, USA). Además, se establecieron las constantes de humedad del suelo como son la capacidad de campo, punto de marchitamiento permanente y peso específico aparente.

Los datos obtenidos para las variables evaluadas en campo se utilizaron en el análisis estadístico (ANOVA), para contar con la información necesaria para hacer las comparaciones entre tratamientos de fertilización. Las variables evaluadas fueron analizadas con base en un diseño completamente aleatorio con seis repeticiones y la comparación de medias se realizó con base en la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). El análisis de varianza y la comparación de medias se realizaron con el programa de cómputo SAS Ver. 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El riego de presiembra y periodo de establecimiento de la pradera requirió una lámina acumulada (279.6 mm). Al momento de realizar el primer corte se acumuló una lámina de 372.8 mm, lo cual fue acumulándose paulatinamente, a razón de 93.2 mm en promedio,

hasta alcanzar un total (L_{ra}) de 932.0 mm en el séptimo muestreo, al término del periodo de estudio. La evaluación de la lámina de riego permitió la determinación de la cantidad de forraje producido por cada mililitro de agua aplicada a la pradera establecida con pasto *xFestulolium* en cada uno de los tratamientos de fertilización incluidos en el estudio.

Tabla 1. Lámina de riego acumulada (L_{ra}), en cada fecha de corte, durante el periodo de evaluación de pasto x*Festulolium* cultivado en seis tratamientos de fertilización.

	Días Después de la Siembra (DDS)						
Establecimiento	88	106	122	137	157	171	186
	LRa (mm)						
279.6	372.8	466.0	559.2	652.4	745.6	838.8	932.0

Los valores de productividad del agua para la obtención de forraje fresco mostraron variaciones entre fechas de muestreo y tratamientos de fertilización. El uso de fertilización química mostró valores altos de productividad del agua, con valores entre 32.7 kg/mm/ha en el primer muestreo, hasta un valor máximo de 103.0 kg/mm/ha, registrado 186 DDS. El valor más bajo se registró en el tratamiento con el producto Magro, el cual alcanzó un valor máximo de 71.1 kg/mm/ha (Figura 1).

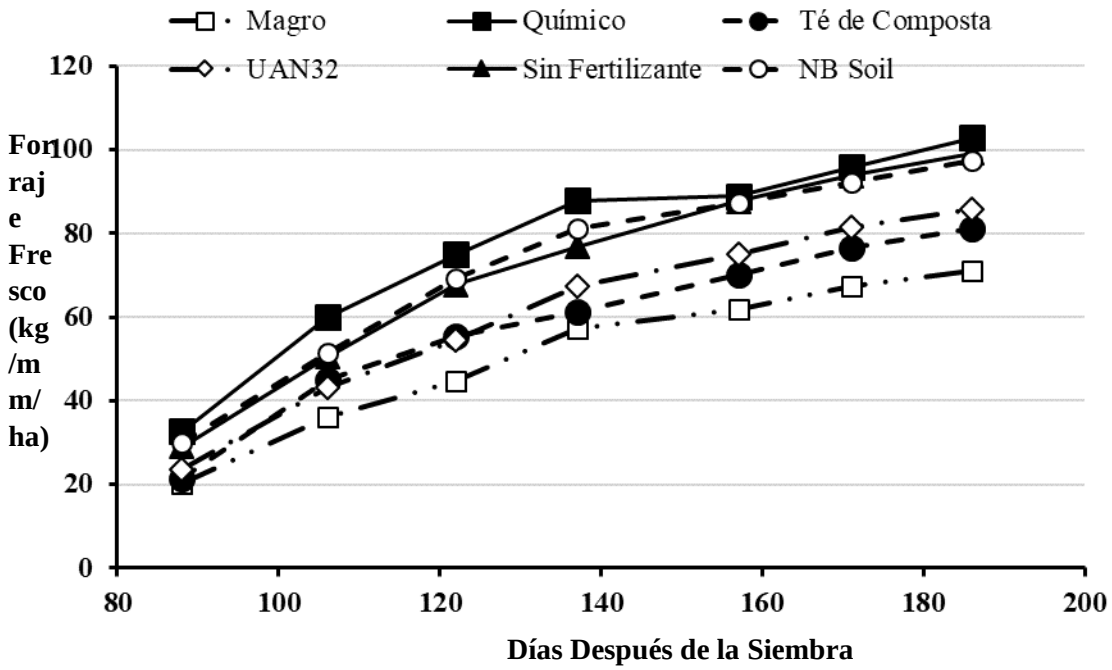


Figura 1. Productividad del agua en la obtención de forraje fresco acumulado en pasto *xFestulolium* cultivado con diferentes tipos de fertilización.

En el caso del forraje seco, se observaron valores de productividad del agua menos variables entre fechas de muestreo y tratamientos de fertilización. El uso de fertilización química mostró valores altos de productividad del agua, con valores iniciales entre 5.6

kg/mm/ha en el primer muestreo, hasta un valor máximo de 18.3 kg/mm/ha, 186 DDS. Otros tratamientos sobresalientes por los valores máximos de productividad de agua fueron NB Soil (19.4 kg/mm/ha) y sin fertilización adicional (18.8 g/mm/ha). El valor más bajo se registró en el tratamiento con el producto Magro, el cual alcanzó un valor máximo de 14.8 kg/mm/ha (Figura 2).

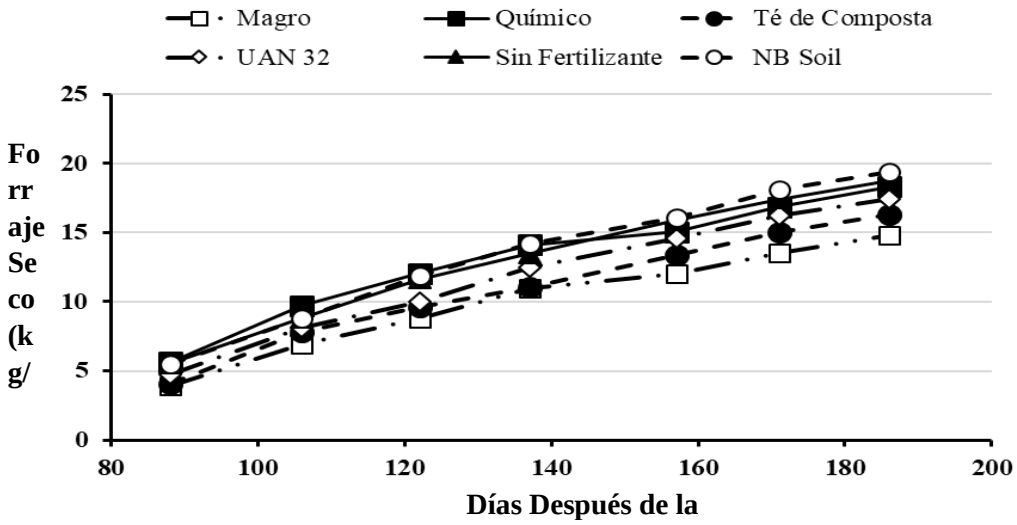


Figura 2. Productividad del agua en la obtención de forraje seco acumulado en pasto x*Festulolium* cultivado con diferentes tipos de fertilización.

CONCLUSIONES

El pasto Festulolium mostró capacidad para producir entre 9,460 kg/ha y 13,708 kg/ha de forraje fresco, así como 1,974 kg/ha a 2,437 kg/ha de forraje seco, en cortes realizados cada 14 a 20 días. Se obtuvieron valores máximos de productividad del agua entre 32.7 g/mm/ha y 103.0 g/mm/ha para forraje fresco; mientras que para el caso de forraje seco los valores fluctuaron entre 5.6 g/mm/ha y 18.3 g/mm/ha. Con base en lo anterior, *xFestulolium* parece adaptarse bien a las condiciones agroclimáticas del Valle del Guadiana, en el estado de Durango. Con una producción de forraje y productividad del agua aceptable, en comparación con el ryegrass perenne y festuca.

REFERENCIAS

García M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. Enriqueta García de Miranda. México, D. F. 217 p.

Ghesquière, M., M. W. Humphreys, and Z. Zwierzykovski. 2010. Festulolium. *In*: Boller, B., U. K. Posselt, F. Veronesi, M. Ghesquière, M. W. Humphreys, and Z. Zwierzykowski (eds.). Fodder Crops and Amenity Grasses, Handbook of Plant Breeding, Springer, New York. pp. 293-316

Medina G., G., G. Díaz P., J. López H., J. A. Ruiz C., y M. Marín S. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Durango (Periodo 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo. México. 224 p.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2015. Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego. San Isidro-Lima, Perú. 53 p.

Morábito, J., S. Salatino, G. Anbella, y D. Prieto. 2008. Evaluación de campo al riego de los agricultores: casos prácticos y ventajas para la difusión de la tecnología apropiada;

asesoramiento a los regantes para la modernización de los regadíos y su ambientalidad. Jornada sobre “ambiente y riegos: modernización y ambientalidad. CYTED-Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación. Agencia Española para la Cooperación Internacional. La Antigua (Guatemala). pp. 3-81.

Ojeda B., W., E. Sifuentes I., y H. Unland-Weiss. 2006. Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. Agrociencia. 40(1): 13-25.

NUTRICIÓN MINERAL EN INVERNADERO DEL VIEJITO (Cephalocereus senilis Haw.) (FAM.: CACTACEAE)

MINERAL NUTRITION OF THE OLD MAN'S IN GREENHOUSE (*Cephalocereus senilis* Haw.) (FAM.: CACTACEAE)

Villavicencio-Gutiérrez, Eulalia Edith[1]*, Susana Pérez-Domínguez[2], Blanca E. Zamora-Martínez[2]

[1*]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo Zacatecas Km 342+119 No. 9515, Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. [2]Unversidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Agronomía. Depto. de Horticultura; [3] UAAAN. División de Agronomía. Depto. de Botánica.

***Autor de correspondencia: villavicencio.edith@inifap.gob.mx.**

RESUMEN

En plantas de ornato se aplican esquemas de nutrición para diferentes cultivares, sin embargo; para cactus como el viejito (*C. senilis*) existen pocas referencias sobre los requerimientos nutrimentales que promueven el crecimiento vegetal, planteando el objetivo de evaluar diferentes concentraciones (100, 200, 400 y 800 mg L^{-1}) de fertilizantes solubles en interacción con tres niveles de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (100-50-50, 100-50-100 y 50-50-100). Estos tratamientos se compararon con la solución nutritiva Steiner (25% y 50%) y los testigos comerciales (Triple 17 y Triple 20). Las variables altura (*At,* cm) y diámetro promedio (*Dp*, cm) de la planta se analizaron con el procedimiento GLM del Sistema de Análisis Estadístico SAS, (Versión 9.3) y prueba de comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$). Existieron diferencias altamente significativas entre concentraciones (F=2.38, P=0.003) y balances nutrimentales (F=2.64, P=0.001), siendo la concentración de la solución nutritiva Steiner al 50 % y la del testigo comercial Triple 17 las que superaron al resto de los tratamientos evaluados, obteniendo a los 153 DDT plantas de tamaño comercial con un *At* de hasta 5.76 y *Dp* de 4.34 cm existiendo una diferencia del 35 % con respecto al tratamiento sin fertilizar.

ABSTRACT

In ornamental plants, nutrition schemes are applied for different cultivars, however; for cacti such as the old cactus (*C. senilis*) there are few references on the nutritional requirements that promote plant growth, posing the objective of evaluating different concentrations (100, 200, 400 and 800 mg L^{-1}) of soluble fertilizers in interaction with three levels of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) (100-50-50, 100-50-100 and 50-50-100). These treatments were compared with the Steiner nutritive solution (25% and 50%) and the commercial controls (Triple 17 and Triple 20). The variables height (*At*, cm) and average diameter (*Dp*, cm) of the plant were analyzed with the GLM procedure of the SAS Statistical Analysis System, (Version 9.3) and Tukey mean comparison test ($P \leq 0.05$). There were highly significant differences between concentrations (F=2.38, P=0.003) and nutrient balances (F=2.64, P=0.001), being the concentration of the nutritive solution Steiner to 50

% and that of the commercial control Triple 17 those that surpassed to the rest of the evaluated treatments, obtaining to the 153 DDT plants of commercial size with an At of up to 5.76 and Dp of 4.34 cm existing a difference of 35 % with respect to the treatment without fertilizing.

INTRODUCCIÓN

El viejito es una cactácea endémica de Guanajuato, Hidalgo y Veracruz que se encuentra en estatus de amenazada de extinción (A) listada en la NOM-059-ECOL-20 (Guzmán *et al*. 2003; SEMARNAT, 2010). Es una planta de tipo columnar de uso ornamental que pertenece a la subfamilia Cactoideae y tribu *Pachycereeae* (Tropicos, 2019). Son plantas de crecimiento monopódico y desarrollo lento, con tallo preferentemente simple, de 12 a 15 costillas y aréolas grandes, provistas de numerosas cerdas criniformes y espinas setosas de color blanco a grisáceo que miden de 12 a 30 cm de largo (CONABIO, 2010). Gámez *et al.* (2016) refieren que son plantas emblemáticas y representativas del país que se producen en viveros comerciales con un precio de venta que va desde $ 40.00 hasta $ 350.00. En cultivares de ornato se usan fertilizantes líquidos o sólidos para aumentar la producción y reducir el tiempo del manejo en invernadero (Favela *et al.*, 2006). En cactáceas como; pitahaya amarilla (*Hylocereus triangularis* L.) (Orrico, 2013), biznaga dorada o barril de oro (*Echinocactus grusonii* Hildm.) (Tanaka *et al.* 1983) y biznaga burra o tonel grande (*Echinocactus platyacanthus* Link & Otto) (Arredondo, 2016), se ha evaluado la nutrición, por lo que el objetivo de esta investigación fue determinar las necesidades nutrimentales de este cultivar evaluando diferentes soluciones nutritivas para promover el crecimiento vegetal, una productividad rentable y buena calidad de producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un lote de plantas de 4 meses de edad se realizó la evaluación en el ciclo de P-V de 2017 y 2018 en el invernadero del Campo Experimental Saltillo CIRNE-INIFAP. Con un diseño de bloques al azar con arreglo factorial, se evaluaron cuatro concentraciones nutrimentales (100, 200, 400 y 800 mg L^{-1}) de fertilizantes solubles en interacción con tres niveles de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (100-50-50, 100-50-100 y 50-50-100). Estos tratamientos se compararon con la solución nutritiva de Steiner al 25% y 50% (Steiner, 1961) y con dos testigos comerciales (Triple 17 y Triple 20) estos últimos utilizados por los productores. La aplicación del fertirriego se hizo cada 15 días, considerando 5 plantas y 5 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos de fertilización se ajustaron a un pH de 6.5 con ácido fosfórico y una conductividad eléctrica de 2 dS m^{-1}. Las variables altura de la planta (*At*, cm) y diámetro promedio (*Dp*, cm) se registraron cada 30 días hasta 153 días después del trasplante (DDT). Las variables se analizaron mediante el procedimiento GLM del Sistema de Análisis Estadístico SAS, (Versión 9.3) con un ANOVA y una prueba de comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ANOVA registró diferencias altamente significativas entre concentraciones (F=2.38, P=0.003) y balances nutrimentales (F=2.64, P=0.001), siendo la concentración de la solución nutritiva Steiner al 50 % y la del testigo comercial Triple 17 las que superaron al resto de los tratamientos evaluados. Estos tratamientos quedaron en el grupo A en prueba de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), obteniendo a los 153 DDT plantas con un *At* de hasta 5.76 y *Dp* de 4.34 cm existiendo una diferencia del 35 % con respecto al tratamiento sin fertilizar (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Influencia de la concentración (mg L^{-1}) y balance nutrimental de NPK en el fertiriego del viejito (*Cephalocereus senilis* Haw.) en invernadero.

	Tratamiento	Altura (*At*) (cm)	Diámetro (*Dp*) (cm)
	Sin fertilizar	3.77 d	3.15 c
1	(100 mg L^{-1}) 100-50-50	4.81 c	3.76 c
2	(100 mg L^{-1}) 100-50-100	4.80 c	3.83 c
3	(100 mg L^{-1}) 50-50-100	4.91 b	3.30 d
4	(200 mg L^{-1}) 100-50-50	4.35 c	3.32 d
5	(200 mg L^{-1}) 100-50-100	4.74 c	3.55 c
6	(200 mg L^{-1}) 50-50-100	4.76 c	3.77 c
7	(400 mg L^{-1}) 100-50-50	5.12 b	3.99 b
8	(400 mg L^{-1}) 100-50-100	5.31 b	4.06 b
9	(400 mg L^{-1}) 50-50-100	4.68 c	3.55 c
10	(800 mg L^{-1}) 100-50-50	5.26 b	4.08 b
11	(800 mg L^{-1}) 100-50-100	5.38 b	4.00 b
12	(800 mg L^{-1}) 50-50-100	5.17 b	3.72 c
13	Testigo comercial Triple 17	5.66 a	4.17 a
14	Testigo comercial Triple 20	5.36 b	3.73 c
15	Solución nutritiva Steiner 25%	5.07 b	3.78 c
16	Solución nutritiva Steiner 50%	5.76 a	4.34 a

Estos resultados muestran que el fertiriego con esta concentración y balance nutrimental influyen en crecimiento de las plantas, existiendo a los 153 DDT diferencias en el vigor de las plantas. Las que fueron crecidas con la concentración y balance nutrimental de la solución Steiner al 50 % presentaron una coloración más intensa en el tallo y mayor rigidez en sus espinas, siendo ambos aspectos los más buscados por los productores, mostrando mejor calidad comercial que las plantas que fueron fertilizadas con el testigo comercial Triple 17. La solución nutritiva Steiner al 50% aportó macroelementos como el potasio (35.14 mg L^{-1}), calcio (22.59 mg L^{-1}), magnesio (10.04 mg L^{-1}) y otros micronutrimentos como el Fe (2.0 mg L^{-1}), Mn (0.7 mg L^{-1}), Cu (0.02 mg L^{-1}), Zn (0.09 mg L^{-1}), B (0.5 mg L^{-1}) y Mo (0.04 mg L^{-1}) siendo una solución nutritiva balanceada que influyó en el crecimiento

de las plantas generando en 5.10 meses plantas listas para venta. Al ser una cactácea de tipo columnar, la altura de planta de este cultivar en maceta de 2.5" es una característica morfológica importante en la producción de planta con fines de comercialización, plantas con menor tamaño al citado anteriormente son difíciles de comercializar, pierden calidad y precio en los centros de venta. Al respecto, Favela (2006) y Spurway y Thomas, (2001) refieren que la altura de la planta también es un indicador de suficiencia o deficiencia nutrimental, para el caso de este cultivar los tratamientos referidos mostraron suficiencia nutrimental en la planta, expresada en su tamaño (altura y diámetro) con diferencias en la calidad de la planta en cuanto a la firmeza de las espinas, rigidez y color del tallo.

En el grupo B quedaron los tratamientos con la concentración de 800 mg L^{-1} en interacción con el balance nutrimental de 100-50-50 y 100-50-100 de NPK y la concentración de 400 mg L^{-1} en interacción con tres niveles de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (100-50-50, 100-50-100 y 50-50-100). Estos resultados muestran que la altura y diámetro de la planta se reducen conforme la concentración de nutrientes disminuye de 800 mg L^{-1} a 400 mg L^{-1} considerando los tres balances nutrimentales evaluados, registrando un *At* de hasta 5.26 cm y *Dp* de 4.0 cm. De los tres balances evaluados, el balance nutrimental 100-50-100 de NPK es del que se obtuvo mayor respuesta en la etapa inicial de crecimiento de esta planta, comprobando que el manejo de la nutrición afecta el ciclo de producción. A pesar de que en la etapa inicial de crecimiento de este cultivar dicho balance nutrimental influyó en el crecimiento de las plantas, su efecto fue superado por el fertirriego con la solución nutritiva Steiner al 50 % y la del testigo comercial Triple 17 comprobando que el manejo de la nutrición y fertilización afectan el ciclo de producción, efecto que coincide con lo reportado en *Opuntia* sp. (Galicia *et al.,* 2017), pitahaya amarilla (Orrico, 2013), alcatraz (Trejo *et al.,* 2013) y crisantemo (Villanueva *et al.,* 2010) donde la influencia del balance nutrimental de N y K influyen en cada fase fenológica y en la biomasa acumulada de las plantas.

En el grupo C quedaron los tratamientos con la menor respuesta en el crecimiento vegetal, siendo la solución nutritiva Steiner al 25%, el testigo comercial Triple 20 y la concentración de 100 mg L^{-1} y 200 mg L^{-1} en interacción con los tres balances nutrimentales evaluados los que registraron plantas con un *At* de hasta 4.91cm y *Dp* de 3.83 cm (Cuadro 1).

CONCLUSIONES

El fertiriego con la solución nutritiva Steiner al 50% y el fertilizante Triple 17 se pueden utilizar en la etapa 1 de crecimiento vegetal para la producción de plantas de maceta del viejito (*C. senilis*) generando plantas de tamaño comercial.

REFERENCIAS

Arredondo A., M. A. 2016. Efecto de la fertilización foliar en el desarrollo de las plantas de *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Saltillo. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. 56 p.

CONABIO WEB, 2010. <conabio.gob.mx/bancoimagenes/doctos/001_thumbs451-1.htm> (Consultado: 18 enero 2019).

Favela Ch., E., P. Preciado R., A. Benavides M. 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Depto. Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna Torreón, Coahuila, México. 146 p.

Flores P., S. 2009. Soluciones Nutritivas en la Producción de Injertos en Cactáceas. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. 188 p.

Gámez M., O., E. E. Villavicencio G., M. A. Serrato C., J. M. Mejía M., G. Treviño C., L. Martínez G., M. Rodríguez O., L. Granada C., M. Flores C., J. Reyes S., M. Islas L., E. Salome C., R. A. Menchaca G., C. M. Espadas M., L. Hernández S., L. M. Vázquez C. G., F. Martínez M., O. Vargas P. y E. Ríos S. 2016. Conservación y aprovechamiento sostenible de especies ornamentales nativas de México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México, México.152 p.

Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2003. Catálogo de cactáceas mexicanas. UNAM., CONABIO. México, D. F. México. 315 p.

Langton, F. A., L.R. Benjamin, and R.N. Edmondson. 1999. The effects of crop density on plant growth and variability in cut flower chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology (74):493-501.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF). (Consultado: 30 diciembre 2017).

Spurway MI. and Thomas BM. 2001. Nutrition of container-grown Christmas cacti. Journal of Plant Nutrition 24(4-5):767-778.

Steiner, AA. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant Soil (15):134-154.

Tanaka, T., M. Rikitoku and K. Gomi. 1983. The effects of N, P, and K on growth and chemical composition of cactus (*Echinocactus grussonii* Hildm.). Horticultural Abstracts (53):855.

Trejo T., L.I., N.I. Torres F., O. Tejeda S., B. I. Trejo T., M. Ramírez M. y F.C. Gómez M. 2013. Nitrógeno y potasio en la acumulación de biomasa en dos especies de alcatraz. Rev. Mex. de Cienc. Agríc. 5(4):1063-1068.

RESPUESTA DE LA EMERGENCIA DE PLÁNTULAS DE SOTOL (*Dasylirion spp.*) A TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

RESPONSE OF THE EMERGENCY OF SOTOL SEEDLINGS (*Dasylirion spp*.) TO PREGERMINATIVE TREATMENTS

Villa-Castorena, Ma. Magdalena[1*], Ernesto Alonso Catalán-Valencia[1], Marco Antonio Inzunza-Ibarra[1], Hilario Macías Rodríguez[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CENID RASPA Km 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo, México. 35140.
*** Autor para correspondencia: villa.magdalena@inifap.gob.mx**

RESUMEN

La planta de sotol es un producto forestal no maderable que es nativa de las zonas áridas o semiáridas del país. Las semillas de sotol tienen una testa dura lo cual dificulta su germinación y hace difícil su propagación en las áreas naturales. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de ocho tratamientos pregerminativos en la emergencia de plántulas de sotol. El trabajo se desarrolló en un invernadero de clima semicontrolado en el CENID RASPA en Gómez Palacio, Dgo. Los tratamientos consistieron en la inmersión de la semilla en agua caliente a temperatura de ebullición por 30 (T1), 45 (T2) y 60 segundos (T3), en agua a temperatura ambiente (T4) por un tiempo de 12 h y en ácido giberélico a 250 ppm y en tiempos de 2 (T5), 4 (T6), 6 (T7) y 10 h (T8); se contó con un testigo sin tratamiento (T9) .Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se hicieron evaluaciones diarias del número de semillas germinadas en cada charola tratamiento y repetición. Los tratamientos a la semilla con agua caliente disminuyeron el porcentaje de emergencia con respecto al testigo. Por el contrario, los tratamientos con agua a temperatura ambiente y con ácido giberélico incrementaron la emergencia de plantas; con los mejores resultados con el tratamiento con ácido giberélico a 250 ppm y un tiempo de inmersión de 10 h.

ABSTRACT

The sotol plant is a non-timber forest product that is native to arid or semi-arid areas of the country. Sotol seeds have a hard cover which makes their germination difficult and makes their propagation difficult in natural areas. The objective of the present study was to evaluate the effect of eight pregerminative treatments on the emergence of sotol seedlings. The trail

was developed in a semi-controlled climate greenhouse at CENID RASPA in Gómez Palacio, Dgo. The treatments consisted of immersing the seed in hot water at boiling temperature for 30 (T1), 45 (T2) and 60 seconds (T3), in water at room temperature (T4) for a time of 12 h and in gibberellic acid at 250 ppm and in times of 2 (T5), 4 (T6), 6 (T7) and 10 h (T8); there was a control without seed treatment (T9). A randomized block experimental design with four repetitions was used. Daily evaluations were made of the number of germinated seeds in each treatment and repetition tray. The treatments to the seed with hot water decreased the percentage of emergence with respect to the control. On the contrary, treatments with water at room temperature and with gibberellic acid increased the emergence of plants; with the best results with the treatment with gibberellic acid at 250 ppm and an immersion time of 10 h.

INTRODUCCIÓN

La planta de sotol es un producto forestal no maderable que es nativa de las zonas áridas o semiáridas del país. Se desarrolla principalmente en los estados de Coahuila, Durango y Chihuahua; tiene una amplia gama de usos, entre los que se encuentran la elaboración de artículos de ornato, elaboración de bebida alcohólica, como forraje, en la construcción e industria de alimentos y farmacéutica (Melgoza y Sierra, 2003). De las hojas de sotol se hacen bolsas, sombreros, canastos, sopladores de fuego, arreglos de ornato entre otras cosas y las fibras de las hojas se utilizan en cordelería (Cano y Martínez, 2007). De las partes basales de los troncos (piñas) se obtiene la bebida alcohólica llamada sotol. Las cabezas o las porciones centrales de las plantas, las bases de las hojas y los tallos de la flor joven, así como el bagazo que se obtiene tras el procesamiento de las piñas sirven de alimento para ganado en la época de seca (Robles *et a*l., 2008; Robles, 2011). Los escapúlos florales o quiotes se usan como postes para la construcción rústica de cercados de casas y corrales para ganado y techos de casas habitación (Ramírez y Juárez, 2009).

Las semillas de sotol tienen una testa dura lo cual dificulta su germinación y hace difícil su propagación en las áreas naturales. Se ha reportado que el sotol tiene sólo un 8% de poder germinativo (Palma, 2000). Además, cuando la semilla logra emerger y se encuentra en fase de plántula, frecuentemente es consumida por animales domésticos como, cabras, caballos, vacas y animales silvestres como conejo, liebres y roedores de tal manera que la propagación y establecimiento presenta serias dificultades. (SEMARNAT, 2001). Debido a lo anterior es de gran importancia generar técnicas adecuadas para propagar el sotol de

manera sencilla y eficiente. En este contexto los tratamientos pregerminativos cobran una gran importancia, pues a partir de sus resultados se podrán inferir los requerimientos para que las semillas germinen exitosamente, además aportar los elementos básicos para delinear las técnicas de propagación masiva de esta especie que fortalezcan los programas de reforestación. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de ocho tratamientos pregerminativos en la emergencia de plántulas de sotol.

MATERIALES Y MÈTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en la Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID RASPA) del INIFAP en Gómez Palacio Durango. En un invernadero con clima semicontrolado cubierto en los lados con policarbonato de doble pared y el techo con plástico y equipado con extractores. Se evaluaron ocho tratamientos a la semilla que consistieron en diferentes tiempos de inmersión en agua y ácido giberélico (Cuadro 1). Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones; cada tratamiento comprendió un grupo de 50 semillas.

Cuadro 1. Tratamientos a la semilla evaluados

Clave	Tratamiento	Tiempo de inmersión
T1	Agua caliente a temp. de ebullición	30 seg
T2	Agua caliente a temp. de ebullición	45 seg
T3	Agua caliente a temp. de ebullición	60 seg
T4	Agua a temperatura ambiente	12 horas
T5	Ac. Giberèlico 250 ppm	2 horas
T6	Ac. Giberèlico 250 ppm	4 horas
T7	Ac. Giberèlico 250 ppm	6 horas
T8	Ac. Giberèlico 250 ppm	10 horas
T9	Testigo (sin tratar)	

Las semillas se sembraron en charolas de poliuretano expandido de 200 cavidades llenas con una mezcla de turba (peat moss) con perlita y vermiculita en proporción de 70, 15 y 15% en base a volumen. La mezcla se humedeció en forma homogénea con agua hasta lograr un punto que al cogerla con la mano y comprimirla con los dedos no soltara agua. En seguida se llenaron las charolas y se llevó a cabo la siembra colocando una semilla en cada cavidad. Las charolas se envolvieron con plástico negro y se apilaron una sobre la otra. Después de una semana, las charolas se estuvieron revisando cada tercer día y cuando la planta empezó a emerger se extendieron las charolas en bancales. Las plántulas se regaron en forma diaria con un sistema de riego por aspersión tipo nebulizador con tiempos variantes desde uno a tres minutos, dependiendo de las condiciones ambientales. Se hicieron evaluaciones diarias del número de semillas germinadas en cada charola tratamiento y repetición. Los datos se ajustaron a modelos matemáticos mediante regresión lineal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La emergencia de las plántulas a través del tiempo en cada tratamiento evaluado se muestra en las figuras 1 y 2. Se observa que en los tratamientos con agua caliente tanto la velocidad como la emergencia total se afectaron negativamente (Figura 1), lo cual se manifestó en la menor tasa de incremento (Cuadro 2) y en la emergencia al final del estudio con respecto al testigo. Esos tratamientos en promedio alcanzaron sólo un 25% de emergencia. En contraste, el tratamiento con agua a temperatura ambiente (25°C, 12 h) mostró un efecto positivo al mostrar mayor tasa de incremento (Cuadro 2) y porcentaje de germinación total que el testigo en un 10%.

Los tratamientos a la semilla con ácido giberélico superaron al testigo (Figura 2), así como a los tratamientos con agua caliente y agua a temperatura ambiente (Figura 1). El incremento del tiempo de inmersión de la semilla con ácido giberélico aumentó la emergencia total de la semilla alcanzando un 80% en el tratamiento T8 (10 h de inmersión). Ese tratamiento duplicó la emergencia de la semilla registrada en el testigo, triplicó la emergencia, en promedio, de los tratamientos con agua caliente y superó en un 33% a la emergencia registrada en el tratamiento con agua a temperatura ambiente.

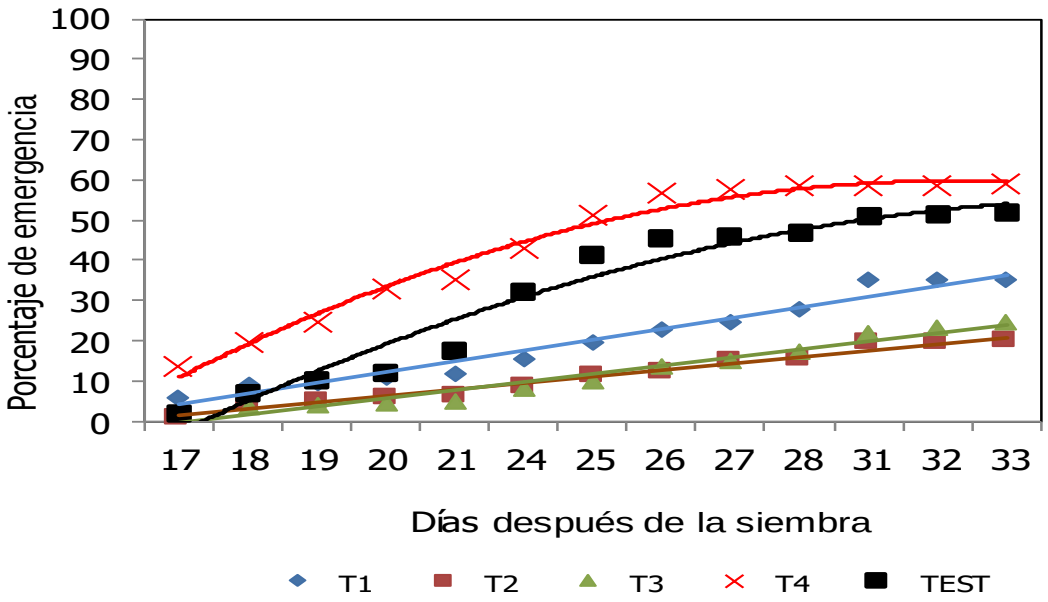


Figura 1. Respuesta de la emergencia de plántulas de sotol a los tratamientos a la semilla. Las curvas son los datos ajustados y las marcas son los datos observados. Los tratamientos T1, T2 y T3 indican tratamiento con agua caliente a temperatura de ebullición y tiempos de 30, 45 y 60 segundos, respectivamente. El T4 corresponde al tratamiento con agua a temperatura ambiente (25 °C) y tiempo de 12 horas y el Test, es el testigo, sin tratamiento.

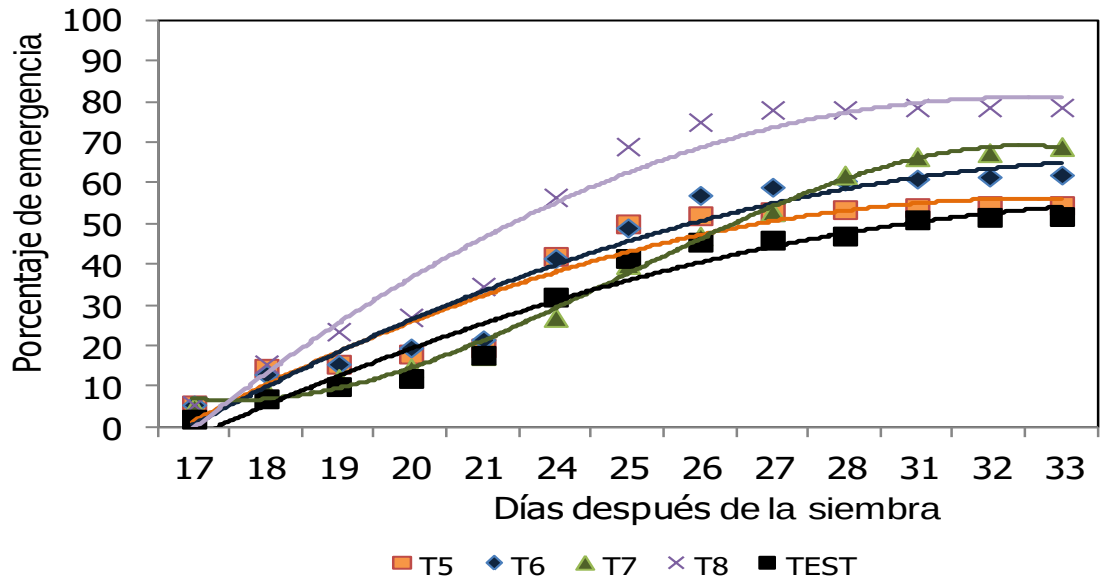


Figura 2. Respuesta de la emergencia de plantas de sotol a los tratamientos a la semilla. Las curvas son los datos ajustados y las marcas son los datos observados. Los tratamientos T5, T6, T7 y T8 indican tratamiento de inmersión a la semilla con ácido giberélico a 250

ppm de concentración y los tiempos de 2, 4, 6 y 10 h, respectivamente, el Test, es el testigo, sin tratamiento.

Cuadro 2. Modelos matemáticos de mejor ajuste de los datos observados de la emergencia de plantas de sotol a través del tiempo.

Tratamiento	Ecuación	R^2
T1. Agua caliente a temp. de ebullición, 30 segundos	$Y= 1.404 + 2.689X$	0.97
T2. Agua caliente a temp. de ebullición, 45 segundos	$Y= -0.25 + 1.629X$	0.98
T3. Agua caliente a temp. de ebullición, 60 segundos	$Y= -2.519+ 2.041X$	0.96
T4. Agua a temperatura ambiente (25°C), 12 horas	$Y= 1.863+9.438X -0.384 X^2$	0.98
T5. Ac. Giberélico 250 ppm, 2 horas	$Y= -8.307+10.069X -0.384X^2$	0.92
T6. Ac. Giberélico 250 ppm, 4 horas	$Y= -9.559+10.361X-0.357X^2$	0.94
T7. Ac. Giberélico 250 ppm, 6 horas	$Y=10.767-5.644X+2.027X^20.096X^3$	0.99
T8. Ac. Giberélico 250 ppm, 10 horas	$Y= -15.318+15.424X-0.6179X^2$	0.96
Test. Testigo (sin tratar)	$Y= -11.151+8.718X-0.285X^2$	0.95

Y. Es el porcentaje de emergencia. X. Es el número de muestreo

CONCLUSIONES

Los tratamientos a la semilla con agua caliente disminuyeron el porcentaje de emergencia con respecto al testigo. Por el contrario, los tratamientos con agua a temperatura ambiente y con ácido giberélico incrementaron la emergencia de plantas; con los mejores resultados con el tratamiento con ácido giberélico a una concentración de 250 ppm y un tiempo de inmersión de 10 h.

REFERENCIAS

Cano P. A. y O. Martínez B. 2007. Determinación de áreas potenciales para el establecimiento de plantaciones de sotol (*Dasylirion cedrosanum* trel.) en el estado de Coahuila. Folleto Técnico Núm. 31. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Saltillo. 47 p.

Melgoza, C. A. y T.J.S. Sierra. 2003. Contribución al conocimiento y distribución de la especie de *Dasylirion* spp (sotol) en Chihuahua, México. Rev. Ciencia Forestal en México, 93(28):25-40.

Palma E. J, I. 2000. Bases para la propagación de sotol (Dasylirion spp) Vias in Vitro y por semilla. Tesis profesional Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestal, Universidad Autónoma de Chihuahua. Cd. Delicias, Chih, México.

Ramírez J. A. y Juárez A. 2009. Usos alternos de los escapulos de "sotol" (*Dasyilirion cedrosanum*) en sustitución de la madera de "balsa" (*Ochroma* spp.) *VII Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas*. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. 885-886. http://www.dictus.uson.mx/florazonasaridas/CD%20in%20Extensos/Utilizacion%20de%20Flora/Ramirez_Diaz.pdf.

Robles Esparza A. ,J. L. España Montoya, H. Robles Berumen. 2008. Biomasa y forraje, distribución espacial y abundancia de la planta de sotol (*Dasylirion* spp.) En el ejido el Jazmín, Mazapil, Zacatecas, México. XII JORNADAS DE INVESTIGACIÓN Revista Investigación Científica, Vol. 4, No. 2, Nueva época. Mayo - agosto 2008.

Robles E. A. 2011. Distribución, densidad, factores ecológicos y valor forrajero del sotol (*Dasylirion cedrosanum* Trel.) en el Noreste de Zacatecas, México. Tesis de Doctor en Ciencias Pecuarias. Universidad Autónoma de Zacatecas. 85 p.

Semarnat.gob.mx/pfnm3/fichas/dasylirioncedrosanum.mtm.2001.

NIVEL DE PÉRDIDA DE AGUA Y NUTRIMENTOS EN EL DRENAJE DE UN SISTEMA ABIERTO DE HIDROPONÍA CON JITOMATE

LEVEL OF WATER AND NUTRIENT LOSS IN THE DRAINAGE OF AN OPEN HYDROPONY SYSTEM WITH TOMATO

Villalobos-Reyes, Salvador[1*]; González-Pérez, Enrique[1]; Pons-Hernández, Jose Luis[1]; González-Chavira, Mario[1]; Guerrero-Aguilar, Brenda Zulema[1]

[1]Investigador de Hortalizas del Campo Experimental Bajío del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Celaya-San Miguel Allende, km 6.5, Celaya, Guanajuato, México. C.P. 38110.
***Autor principal: villalobos.salvador@inifap.gob.mx.**

RESUMEN

El incremento de la productividad de los cultivos se puede conseguir con el manejo intensivo en ambientes protegidos, y un componente del sistema es el uso y manejo de los sustratos. En el manejo del riego en sustratos, el establecimiento del nivel de drenaje es una práctica utilizada para ajustar el volumen de los riegos pero es importante para lavar el exceso de sales en la zona de raíces, y la renovación del aire en el microambiente radical. En este trabajo se evaluaron tres tratamientos con niveles de drenaje de 10, 20 y 30% para cuantificar el volumen de riego, el volumen de drenaje, la concentración de nutrimentos en el drenaje y el rendimiento de fruta. El manejo del riego con 20% de drenaje, mejora el rendimiento con respecto al 10% de drenaje, y es superado ligeramente por el tratamiento con 30% de drenaje pero no es significativa. Cuando se maneja el 30% de drenaje, se pierde hasta el 18% de la cantidad total de nutrimentos aplicados en el agua de riego, y en el tratamiento con 20% de drenaje, la perdida de nutrimentos fue de 13% de la cantidad total aplicada. El volumen de agua de que pierde en el tratamiento con 30% de drenaje equivale al 42% del volumen de agua que se aplica en el riego cuando se maneja el nivel de drenaje de 10%.

ABSTRACT

Increased productivity of crops can be achieved with intensive management in protected environments, and a component of the system is the use and management of substrates. In the management of irrigation in substrates, the establishment of the drainage level is a practice used to adjust the volume of the irrigations but it is important to wash the excess of salts in the root zone, and the renewal of the air in the radical microenvironment. In this work, three treatments with drainage levels of 10, 20 and 30% were evaluated to quantify the irrigation volume, the drainage volume, the concentration of nutrients in the drainage and the fruit yield. The management of irrigation with 20% drainage, improves the yield with respect to 10% drainage, and is slightly surpassed by the treatment with 30% drainage but it is not significant. When 30% drainage is managed, up to 18% of the total amount of nutrients applied in the irrigation water is lost, and in the treatment with 20% drainage, the loss of nutrients was 13% of the total amount applied. The volume of water that is lost in

treatment with 30% drainage is equivalent to 42% of the volume of water that is applied in irrigation when the 10% drainage level is managed.

INTRODUCCIÓN

La producción de cultivos en ambientes protegidos utiliza equipos e insumos para incrementar la productividad en el espacio, e incrementar la eficiencia de uso de los insumos para mantener el nivel de rentabilidad (Salazar *et al*., 2017). La producción en invernadero es un sector que está en pleno desarrollo para conseguir los límites de la capacidad productiva de las plantas. Para ello se mejora el sistema de producción con innovaciones en las estructuras de invernadero, el equipamiento y el nivel de control para mejorar la operatividad, el control del microclima, y el suministro de nutrimentos y agua (Ortega *et al*., 2014; Marín y Valera, 2017); los sustratos, el volumen y su manejo; los nuevos genotipos con mayor capacidad productiva y tolerantes a plagas y enfermedades (Grijalva *et al*., 2011), y las nuevas prácticas, moléculas y organismos en el manejo integrado de plagas y enfermedades, en sintonía con el monitoreo continuo y el uso de los nutrimentos esenciales y otros nutrimentos considerados benéficos que influyen en la productividad de las plantas.

Una práctica imprescindible en el manejo del agua de riego en la producción en sustrato es el establecimiento del nivel drenaje del agua de riego principalmente por tres razones, a) provocar el lavado de las sales que se acumulan en la zona de raíces (Sengupta and Banerjee, 2012), b) promover la renovación del aire en la zona de raíces (Katsoulas *et al*., 2014), y c) en periodos de alta y baja temperatura se amortiguan los cambios de temperatura en beneficio de las raíces en los invernaderos de baja tecnología. Por tal razón, en el presente experimento se estudiaron tres tratamientos con el drenaje de 10, 20 y 30% para cuantificar la pérdida de agua y la cantidad de nutrimentos en sistema abierto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el Campo Experimental Bajío del INIFAP en Celaya, Guanajuato, localizado en el Centro de México entre las coordenadas 20º 15´ Latitud Norte y 101º 39´ Longitud Oeste a 1650 msnm; con una temperatura y precipitación promedio anual de 25ºC y 797 mm (García, 2004). El experimento inició el 20 de septiembre de 2018, se estableció en un invernadero tipo túnel de doble cubierta con ventanas cenitales y laterales, y calefacción semiautomática de gas butano. El riego se controló con válvulas selenoides a través de una computadora desde el cabezal, sitio donde se localizan dos tanques para almacenar solución madre que es dosificada a través de equipos dosatron impulsados por la motobomba centrífuga de 1HP, el agua con solución nutritiva y acidificada descarga en un tanque de 5000 litros de donde se aplicó finalmente al cultivo. La solución nutritiva consistió de 1.25, 8.75, 8.5 y 4 me L^{-1} de amonio, potasio, calcio y magnesio, y 13.75, 1.25, y 7.5 me L^{-1} de nitratos, fosfatos y sulfatos, más 0.8, 0.5, 0.3, 0.3, 0.05, 0.05 ppm de hierro, manganeso, zinc, boro, cobre y molibdeno respectivamente (Sonneveld y Straver, 1994).
Cada parcela experimental consistió de dos hileras de 8 metros de largo separadas a 2 metros. Sobre las hileras se colocaron bolsas de polietileno calibre 800 galgas circulares de 35 cm de diámetro por 30 cm de alto. Las bolsas se llenaron con 20 litros de una mezcla en volumen de tezontle (80%) y fibra de coco (20%), a la altura de 2 cm de la base se realizaron cuatro perforaciones en la periferia de la bolsa para la salida del agua de drenaje. En cada bolsa se establecieron dos plantas de jitomate cv Moctezuma para contar con una población de 28 000 plantas por hectárea. Cada bolsa se regó con un gotero de caudal de

4 litros por hora, sobre cada gotero se montó un distribuidor de cuatro salidas conectadas con piquetas insertadas en el sustrato.

Los tres tratamientos se distribuyeron en bloques completos al azar, y fueron basados en el nivel de drenaje en 10, 20 y 30%. El volumen y frecuencia del riego se definió a partir de la capacidad de almacenamiento de humedad del sustrato y se ajustó con base a los datos de volumen de drenaje. Durante la primera semana, para ajustar el volumen y la frecuencia de riegos fue necesario medir los volúmenes de drenaje cada 2 horas, a las 8:00 AM, 10:00 AM, 12:00 AM, 2:00 PM, 4:00 PM y 6:00 PM. Esta operación se repitió una vez cada semana durante el ciclo del cultivo para ajustar los volúmenes de riego.

En todos los tratamientos se cuantificó a diario el volumen de riego a través de un gotero control que descarga en un recipiente cerrado. Las muestras de agua de riego y drenaje colectadas a diario se almacenaron en refrigeración, y cada quince días se mezclaron para formar muestras compuestas. Estas muestras de agua se analizaron en el laboratorio para determinar la concentración de K^+, Ca^{2+}, $Mg^{2+,}$ Na^+, NO_3^-, $H_2PO_4^-$, SO_4^-, Cl^-, y HCO_3^-.

La cosecha inició aproximadamente a los 70 días de trasplantado el cultivo, y para determinar el rendimiento se cortaron los frutos de cuatro plantas elegidas de forma aleatoria en cada una de las cuatro repeticiones. Los frutos se pesaron de forma individual, el diámetro ecuatorial, el número de frutos deformes, rajeteados y frutos con pudrición apical. La cosecha desecho incluyó los frutos con blosson, rajeteados, deformes y flácidos. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias por Tukey ($p \leq 0.05$) con el paquete estadístico SAS (SAS, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El incremento del aporte de agua de riego promueve el incremento en el consumo de agua (Cuadro 1), pero es importante la pérdida cuando no se recupera el agua que drena. Cuando aumenta el nivel de drenaje a 30 %, prácticamente se pierde el equivalente al 50% del volumen de agua que se aplica cuando se maneja el nivel de drenaje a 10%. En los sistemas de producción comercial, existen productores que manejan desde 10 hasta más de 50% de drenaje, esta situación está directamente asociada a la calidad química del agua de riego, al nivel de productividad que se consigue de los cultivos, y la recuperación de la solución nutritiva previo a un proceso de desinfección. Al respecto, Wamser *et al*. (2017) reporta que no hubo diferencia en la producción de pimiento durante el primer periodo de cosecha entre los tratamientos sin drenaje y con 10 a 20% de drenaje, pero con agua de riego de bajo contenido de sales de 0.2 dS m^{-1}. De la Rosa *et al*. (2018) menciona que el manejo de niveles de drenaje de 40 a 45% promueve mayor rendimiento en jitomate saladette, pero con el manejo de 20 a 25% del drenaje se favorece la calidad del fruto en el contenido de sólidos solubles totales y la conductividad eléctrica.

Cuadro 1. Volumen de riego y consumo de agua por el jitomate

Tratamiento	Riego $m^3\ ha^{-1}$	Consumo $m^3\ ha^{-1}$	Drenaje $m^3\ ha^{-1}$
Drenaje 10%	9267	8340	927
Drenaje 20%	10975	8670	2305
Drenaje 30%	13071	9150	3921

La pérdida de los nutrimentos se incrementa cuando aumenta el nivel de drenaje (Cuadro 2). En el tratamiento con el 10% de drenaje se perdió el 8% de la cantidad total de nutrimentos presentes en el agua de riego, con el 20% de drenaje aumenta la pérdida a

13.6 %, y con el 30% de drenaje la pérdida llega a 18.8% de la cantidad aplicada. En orden descendente de la magnitud de la perdida está el potasio, calcio, magnesio, nitrógeno y fósforo. San Juan *et al*. (2020) encontró que con el manejo del drenaje en el rango de 30 a 40% se puede perder hasta el 51% de todos los nutrimentos aplicados en el agua de riego.

Cuadro 2. Cantidad de nutrimentos aplicados y perdidos en el drenaje

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
	aplicado en el riego, kg ha^{-1}				
Drenaje 10%	1761	556	3262	1946	512
Drenaje 20%	2085	659	3863	2305	606
Drenaje 30%	2483	784	4601	2745	722

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
	pérdida en drenaje, kg ha^{-1}				
Drenaje 10%	48.6	27.4	393.1	132.8	48.0
Drenaje 20%	113.8	64.3	740.5	286.1	98.1
Drenaje 30%	182.6	99.8	1224.4	474.3	157.0

En el tratamiento con 10% de drenaje hubo precocidad, y la productividad de las plantas durante las primeras 4 semanas de cosecha supero a los tratamientos con 20 y 30% de drenaje (figura 1), durante el resto del ciclo de producción se mantuvo por debajo de los mencionados tratamientos. Hasta la octava semana de cosecha, la diferencia entre los tratamientos es mínima, y posteriormente se aprecia la clara ventaja de los tratamientos con 20 y 30% de drenaje sobre el de 10% de drenaje.

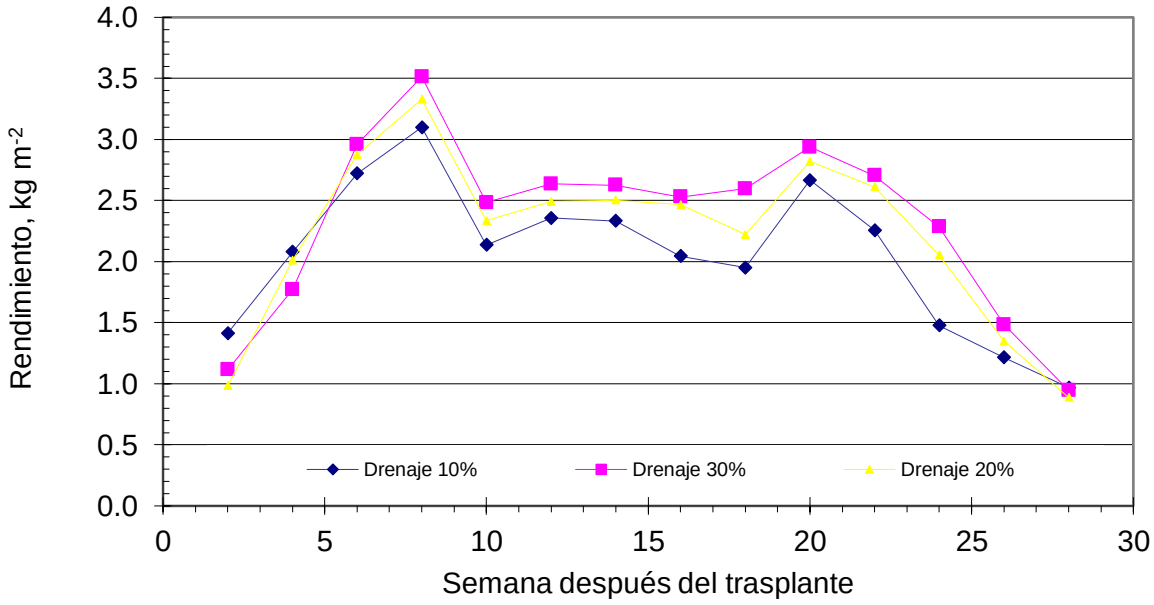


Figura 1. Productividad de jitomate cada dos semanas durante el ciclo de producción

El rendimiento total comercial de tomate se incrementa cuando se maneja el riego con 30% de drenaje, este superó al tratamiento de 10 y 20% de drenaje, aunque, la diferencia no fue

estadísticamente significativa con el tratamiento de 20% de drenaje (cuadro 3). Los tratamientos de 20 y 30% de drenaje se comportaron similares en rendimiento durante todo el invierno (semana 1 a 10). Cuando las temperaturas aumentaron durante la primavera se estableció una clara diferencia de rendimientos entre los tratamientos. La producción de frutos de desecho fue similar en todos los tratamientos y estadísticamente no hubo diferencia entre ellos, por lo tanto, el nivel de estrés provocado por los tres niveles de drenaje no tuvo efecto en la producción de frutos con blosson, deformes y rajeteados.

Cuadro 3. Rendimiento comercial y desecho de jitomate

Tratamiento	Total Comercial	Total Desecho
	---------- kg m^{-2} ----------	
Drenaje 10%	27.34 c	1.22
Drenaje 20%	32.11 ab	1.51
Drenaje 30%	34.41 a	1.12
CV (%)	3.40	15.22
DMS (0.05)	2.12	ns

CONCLUSIONES

El manejo del riego con 20% de drenaje en la etapa inicial de desarrollo vegetativo y durante la etapa productiva en la siembra de otoño-invierno no se afecta el rendimiento con respecto al manejo del drenaje con 30%, pero si disminuye el rendimiento con el 10% de drenaje.

REFERENCIAS

De la Rosa R.R., Lara H., A., Padilla B., L.E, Avelar M., J.J., y España L., M.P. 2018. Proportion of drainage of the nutritive solution in the yield and quality of tomato in hydroponics. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 20.

García A., E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. Reimpresión 16. ISBN-10(02) 970-32-1010-4.

Grijalva, C.R.L.; Macías, D.R.; y Robles, C.F. 2011. Comportamiento de híbridos de tomate bola en invernadero bajo condiciones desérticas del Noroeste de Sonora. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14 (2011): 675 -682.

Katsoulas, N., Kittas, C., Bartzanas, T., Savvas, D. 2014. Use of a decision support system for management of the drainage solution in semi-closed hydroponic systems under different drainage fractions. Acta Horticulturae. 1037. 1067-1074.

Marín P., Valera D.L. 2017. Ahorro y eficiencia energética en invernaderos. Centro de Investigación CIAMBITAL. Vida Rural Nº. 427. p. 56-60. ISSN 1133-8938.

Ortega-Martínez, L.D., Ocampo-Mendoza, J., Sandoval-Castro, E., Martínez-Valenzuela, C., Huerta-De La Peña, A., Jaramillo-Villanueva, J.L. 2014. Caracterización y funcionalidad de invernaderos en Chignahuapan, Puebla, México. Revista BioCiencias 2(4): 261-270.

Salazar Moreno, Raquel, Rojano Aguilar, Abraham, Figueroa Hernández, Esther y Pérez Soto, Francisco. 2017. Rentabilidad en la producción de hortalizas en ambientes controlados. F. Pérez, E. Figueroa, L. Godínez R. Salazar (eds.) Ciencias de la Economía y Agronomía. Handbook T-I. -©ECORFAN, Texcoco de Mora, México, 2017.

Sanjuan D.D., Josa A., Muñoz P., Gassó S., Rieradevall J., Gabarrel X. 2020. Applying nutrient dynamics to adjust the nutrient-water balance in hydroponic crops. A case study with open hydroponic tomato crops from Barcelona. Scientia Horticulturae Volume 261.

Sengupta, A.; and Banerjee, H. 2012. Soil-less culture in modern agricultura. World J. Sci. Technol. 2(7):103-108.

Sonneveld, C.; Straver, N. 1994. Nutrient solutions for vegetables and flower grown in water or substrates. Proefstation Voor Tinbouw Onder Glas Te Naaldwijk. No. 8. Serie: Voedingsoplossingen glastuinbouw.

Statistical Analysis System (SAS). 2008. SAS on line Doc. Versión 9.1. SAS Intitute Inc., Cary, North Carolina, USA. 550 p.

Wamser AF,Cecilio Filho AB, Nowaki RHD, Mendoza-Cortez JW, Urrestarazu M. 2017. Influence of drainage and nutrient-solution nitrogen and potassium concentrations on the agronomic behavior of bell-pepper plants cultivated in a substrate. PLOS ONE 12(7).

PRODUCCIÓN ANIMAL

CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DE BOVINOS EN LLERA, TAMAULIPAS

CHARACTERIZATION OF FAMILY PRODUCTION UNITS FOR CATTLE IN LLERA, TAMAULIPAS

Barron-Bravo Oscar Guadalupe[1]*, Felipe-Victoriano Moisés[1], Avilés-Ruíz Ricardo[1].

[1]Campo Experimental Las Huastecas, INIFAP, Carretera Tampico-Mante km 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas. Campo Experimental las Huastecas, Carretera Tampico-Mante km 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas, México. CP 89610.
***Autor de correspondencia: barron.oscar@inifap.gob.mx**

RESUMEN

Las unidades de producción familiar productores de ganado de carne son muy importantes para la sustentabilidad de las comunidades a nivel mundial, su estudio es el punto de partida para generar recomendaciones para su fortalecimiento y apoyo. Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue determinar las características de las unidades de producción familiar de ganado bovino que integran el grupo de Productores de Llera, en Tamaulipas. Se realizaron encuestas en forma aleatoria, a los propietarios de las Unidades de Producción Familiar (UPF) del municipio de Llera, Tamaulipas, en las zonas de alta marginación para recopilar información, la encuesta constó de 57 preguntas, posteriormente se realizaron visitas para la georreferenciación y toma de datos en campo. Los estadísticos descriptivos de la información recabada se analizaron en el programa Statgraphics. Se generó información de caracterización de las unidades de producción familiar de ganado bovino que integran el grupo de Productores de Llera, en las zonas de atención prioritaria, la cual podrá ser utilizada en la planificación, desarrollo y mejor aprovechamiento de los recursos.

ABSTRACT

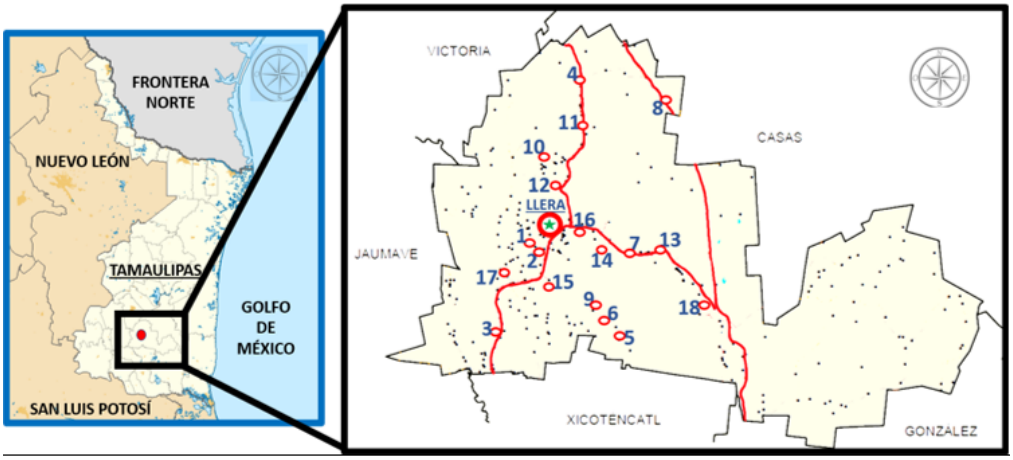
Beef cattle producing family production units are very important for the sustainability of communities worldwide, their study is the starting point to generate recommendations for their strengthening and support. Therefore, the objective of this work was to determine the characteristics of the family cattle production units that make up the Llera Producers group in Tamaulipas. Surveys were carried out randomly, to the owners of the Family Production Units (UPF) of the municipality of Llera, Tamaulipas, in the highly marginalized areas to collect information, the survey consisted of 57 questions, subsequently visits were made for georeferencing and data collection in the field. Descriptive statistics of the information collected were analyzed in the Statgraphics program. Information was generated on the characterization of the family livestock production units that make up the Llera Producers group, in the priority attention areas, which can be used in planning, development and better use of resources.

INTRODUCCIÓN

La ganadería como parte de los sistemas mundiales de producción ecológica y alimentaria es clave para el bienestar humano. Su importancia en el suministro de alimentos, ingresos, empleo, nutrientes y seguros de riesgo para la humanidad es ampliamente reconocida (Herrero *et al*., 2009). Las especies animales ganaderas tienen funciones económicas, sociales y culturales muy importantes para los hogares rurales a nivel mundial. Esto es debido a que son la base para mejorar los ingresos y el bienestar de las familias y comunidades, ayudan al suministro de alimentos y nutrición familiar, ingresos familiares, ahorro de activos, productividad del suelo, medios de vida, transporte, tracción agrícola, diversificación y producción agrícola sostenible, empleo familiar/comunitario, y participan en las tradiciones locales (Bettencourt *et al*., 2015). La ganadería bovina contribuye a la producción de carne y leche, los cuales son del grupo de productos básicos, también genera una cantidad importante de divisas con la comercialización de ganado en pie, aprovechando que las condiciones ecológicas favorecen el desarrollo de esta actividad en casi todas las regiones de México, las unidades productivas tienen diferentes características técnicas, que van desde los de autoconsumo en zonas rurales marginadas de pobreza extrema hasta los muy tecnificados (Leos-Rodríguez *et al*., 2008). Esto se traduce en sistemas que operan con diferentes fines productivos con diversas formas de inversión, acumulación de capital, ahorro y capitalización, hasta objetivos de subsistencia para los pequeños productores (Rangel *et al*., 2017). Conocer las tecnologías para las Unidades de Producción Familiar (UPF) de la región constituye una gran oportunidad, ya que permite continuar una transformación en los sistemas de producción pecuario, con un uso racional y eficiente de los recursos existentes (Herrero *et al*., 2010). El estudio de las características socio-económicas de pequeños y medianos productores representa oportunidades para la transferencia de tecnologías y capacitación, teniendo en cuenta que es necesaria la calidad e inocuidad para acceder a los mercados nacionales e internacionales (Bermúdez *et al*., 2017). La caracterización de las unidades de producción familiar de productores de ganado de carne es muy importante, es el punto de partida para saber las condiciones y generar recomendaciones para el fortalecimiento y apoyo, con lo cual se mejora el desarrollo de investigación, comparando la evolución de los sistemas de producción a través del tiempo y determinando cómo influyen los diferentes factores que inciden en el desarrollo agropecuario (Juárez-Barrientos *et al*., 2015). Por lo anterior, el objetivo de la investigación fue determinar las características de las unidades de producción familiar de ganado bovino que integran el grupo de Productores de Llera, en Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El municipio de Llera, Tamaulipas, se encuentra localizado entre los paralelos 23° 35’ y 23° 02’ latitud norte y los meridianos 99° 17’ y 98° 25’ longitud oeste, con una altitud entre 100 y 2,200 msnm, con una temperatura de 14 a 26°C y una precipitación anual de 600 a 1,200 mm. El clima va del cálido subhúmedo al semiseco muy cálido con lluvias en verano. El grupo de “Productores de Llera” está integrado por 18 localidades distribuidas como se muestra en la Figura 1.



	Ejido	UPF		Ejido	UPF
1.	Congregación La Mina	4	10.	José Ma. Morelos	11
2.	Congregación San Juan	16	11.	La Alberca	4
3.	Conrado Castillo	4	12.	La Angostura	4
4.	Dos de Octubre	2	13.	Las Compuertas	50
5.	El Ébano	5	14.	Nuevo San Luis	6
6.	El Nuevo Paraíso	4	15.	Rancho Nuevo del Sur	25
7.	Emiliano Zapata	24	16.	San Rafael	4
8.	Emilio Portes Gil	4	17.	Santa Isabel	16
9.	Felipe Carrillo Puerto	30	18.	Voz Campesina	11
				TOTAL	224

Figura 1. Ubicación de los ejidos y cantidad de unidades de producción familiar (UPF) en Llera, Tamaulipas incluidos en el estudio.

Muestreo de las UPF. Se analizó la información productiva, social y económica de las Unidades de Producción Familiar (UPF) en los meses de Febrero-Abril del 2020. El muestreo de las UPF fue aleatorio utilizando para el tamaño de muestra la fórmula sugerida por Rojas (1979); la información fue tomada en campo, seleccionando las UPF al azar, y tomando en cuenta el total de 224 productores (80 ganaderos) de los cuales se calculó el número de encuestas requeridas de las UPF por medio de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{\frac{Z^2 p_n q}{d^2}}{1 + \frac{Z^2 p_n q}{Nd^2}}$$

De donde: Z= Nivel de confianza (95%), d= Nivel de precisión (10%), Pn= Proporción de la población que pertenece al grupo de interés (0.8), q= $(1-p_n)$ = 0.2, N= Tamaño de la población y n= Tamaño de la muestra.

Encuesta para las Unidades de Producción Familiar. Se reunió a los productores cooperantes en la cabecera municipal de Llera, Tamaulipas, para generar la información por medio de la realización de encuestas. El cuestionario se aplicó en forma aleatoria, al propietario de la UPF. La encuesta constó de 57 preguntas enfocadas en la caracterización de las UPF para los ganaderos. Posteriormente se realizaron visitas a las UPF de cada productor en las diferentes localidades para la georreferenciación y toma de datos en campo (Figura 1). Como población objetivo se contemplaron las UPF asociadas de manera formal o informal, que habitan en el municipio de Llera, en las zonas de atención prioritaria

rurales para el año 2019 que habitan en localidades de alta marginación (CONAPO, 2010). Los datos fueron analizados por medio del programa estadístico Statgraphics (2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las UPF de Llera, Tamaulipas están integradas por tres principales áreas de producción apicultura, ganadería y citricultura, se encuestaron y se obtuvieron un total de 72 cuestionarios, de los cuales 34% (24) fueron ganaderos. El total de las UPF en estudio se caracterizaron por ser familias con un promedio de tres y cuatro integrantes. Los ganaderos cuentan con una edad avanzada con un promedio de 59.8 años con rango de 24 a 78; los años de estudio varían de cero a 15 con un promedio de 5.2 (Cuadro 1). Referente al nivel educativo se cuantificó que el 42% de los productores tienen estudios de primaria trunca, el 39% terminó la primaria, un 8 % tiene estudios de secundaria y el 11% tiene más de 13 años de estudios. La experiencia como ganaderos va de cinco años hasta 66 con un promedio de 31.9, algunos de ellos también dedicados durante toda su vida a esta actividad; el 79% tiene más de 20 años de experiencia (Figura 2A). El 100% de los ganaderos encuestados tiene como actividad primaria la ganadería, y al menos cinco años de dedicarse a esta actividad; el 83% alterna con otra actividad productiva, como la agricultura produciendo maíz, frijol y hortalizas, madera, leña, y el 17% restante no mencionó dedicarse a otra actividad. La superficie que disponen va de cinco a 80 ha con un promedio general de 31.5 ha (Cuadro 1). El 83% sustenta la actividad con dinero propio y sólo el 58% recibe asistencia técnica con un promedio general de siete años recibiéndola; el 33% menciona pertenecer a alguna organización. García *et al*. (2010), trabajaron de forma similar con ganaderos productores de ovinos de la Provincia de Santa Cruz, Argentina, encontrando como resultados un perfil sociológico predominante en los encuestados de varones (87%) de más de 40 años (71%) y bajo nivel formativo (10% tiene estudios de grado medio y 19% nivel terciario o universitario), tratándose a menudo del propietario (77%). El 65% de los entrevistados desempeña actividades no relacionadas con el campo, como comerciantes, transportistas, empresarios, empleados públicos o personas jubiladas.

Características del ganado y disponibilidad de recursos en los hatos

La raza de ganado que predomina es la Beefmaster (60%), también reportan Simmental, Holstein-Brahaman (holando-cebu), Charolais, Criollo, Pardo Suizo y sus cruzas; al menos el 85% menciona tener un semental activo. En general el promedio de vacas adultas por productor es de 10.8 con un rango de una a 25, en el 50% de los hatos el número de vacas reportadas es de seis a 10 (Figura 2B), en cuanto a las vaquillas para la recría se reportan desde cero hasta nueve, con un promedio de tres. Los animales se alimentan en la pradera la mayor parte del tiempo, donde se tienen en promedio 4.7 meses de escasez de forraje y en los últimos años se puede alargar hasta siete; se menciona el rastrojo de maíz y esquilmos de cultivos como forrajes en estas épocas secas y sólo el 5.5% menciona suplementar con ensilado. López-Santiago *et al*. (2014) estudiaron los hatos en Guivicia Santa María Petapa, Juchitán, Oaxaca, encontrando que los sistema se caracterizan por combinar la producción agrícola (maíz, frijol, hortalizas y frutales), pecuaria (bovina y avícola) y pesca, las razas utilizadas son Cebú (Brahama) x Pardo Suizo, con un tamaño del hato de 33 animales: 11vientres en lactación, 14 becerros, 3 vientres gestantes y un semental, resultados similares a los del presente estudio.

Parámetros productivos y reproductivos

Solamente el 4% de los ganaderos reportan usar la monta controlada, el 75% la monta libre y el resto no especificó; en cuanto a las vacas preñadas del año pasado se tiene un promedio en los hatos de 7.9 animales con un rango de dos a 18 por hato (Cuadro 1). Los becerros son destetados desde los cuatro y hasta los 10 meses de edad con un promedio de siete meses y un peso reportado de 100 hasta 220 kg (promedio de 175.4 kg).

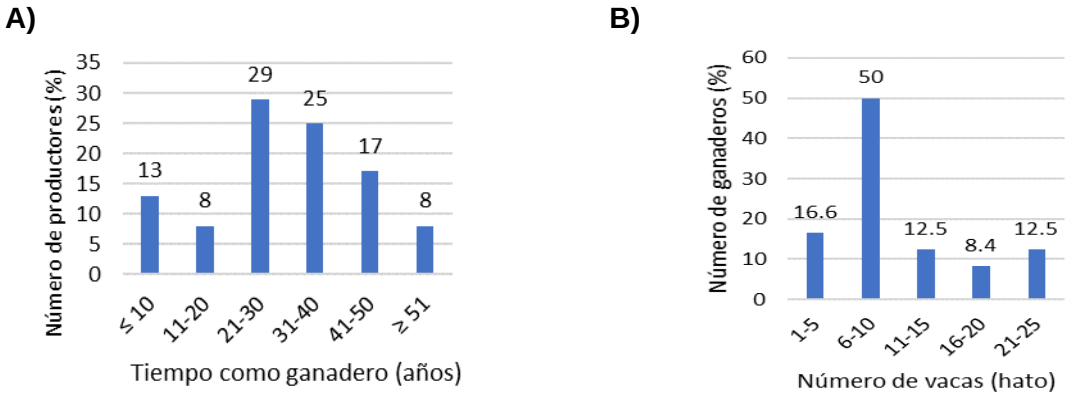


Figura 2. A) Porcentaje de productores en diferentes intervalos de años dedicados a la ganadería y B) Porcentaje de productores con intervalos en cantidad de vacas adultas en los hatos por ganadero en Llera, Tamaulipas.

El enfoque de la ganadería es la producción de carne con el 77%, teniendo como principales productos los becerros al destete y los animales de desecho, el otro 23% maneja un sistema de doble propósito, obteniendo leche como principal producto y el 4.5% produce queso tanto para consumo familiar como para venta, lo que concuerda con Arce *et al*. (2017) que menciona que el sistema de doble propósito genera el 19.5 % de la producción nacional de leche y el 50 % de la producción de carne, los autores trabajaron evaluando vacas Cebú y Cebú x Holstein en varios porcentajes, en Teapa Tabasco y reportan el uso de la monta directa como manejo reproductivo, un peso al nacimiento promedio de 31.6 Kg, un intervalo entre partos de 447.2 días, una producción de leche por lactancia de 1148.1 L, y 240 días de duración en lactancia, los autores mencionan que el genotipo tuvo efecto sobre la duración de la lactancia, el genotipo de 62-75% de genes Holstein presentó la lactancia más prolongada (260.3 días) con hasta 41.6 días en comparación con la Cebú puras y con menor porcentaje de genes Holstein, esto da referencia del potencial que se tiene en la producción de doble propósito en las zonas tropicales como en el presente estudio.

Cuadro 1. Características de las Unidades de Producción Familiar de Bovinos en el municipio de Llera, Tamaulipas. *S*: Desviación Estándar.

Datos Ganadería Llera	$\bar{x}$	***S***	**Mínimo**	**Máximo**
Edad de los ganaderos (años)	59.8	12.7	24	78
Años de estudio	5.2	3.4	0	15
Superficie (ha)	31.5	23.9	5	80
Años de productor	31.9	15.2	5	66

Años recibiendo asistencia técnica	7.0	10.2	0	40
Vacas adultas	10.8	6.7	1	25
Vaquillas	3.0	2.4	0	9
Vacas preñadas el año pasado	7.9	5.0	2	18
Edad de destete (meses)	7.0	1.2	4	10
Peso al destete (kg)	175.4	33.3	100	220

CONCLUSIONES

Se generó información de caracterización de las unidades de producción familiar de ganado bovino que integran el grupo de Productores de Llera, en Tamaulipas, la cual podrá ser utilizada en la planificación de los recursos de apoyo. Las principales razas explotadas son la Beefmaster y Simmental y el enfoque principal es la producción de carne y en menor proporción el doble propósito por lo que se debe fortalecer la producción de becerros al destete y la diversificación de los productos en el autoconsumo familiar y la venta.

REFERENCIAS

Arce, R. C., Aranda, I. E. M., Osorio, A. M. M., González, G. R., Díaz, R. P., Hinojosa, C. J. A., 2017. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. Rev Mex Cienc Pecu. 8 (1): 83-91.

Bermúdez, C. E., Arenas, N. E., Moreno, M. V., 2017. Caracterización socio-económica y ambiental en pequeños y medianos predios ganaderos en la región del Sumapaz, Colombia. Revista U. D. C. A. Actualidad & Divulgación Científica. 20 (1): 199-208.

Bettencourt, E. M. V., Tilman, M., Narciso, V., Carvalho, M. L. S., Henriques, P. D. S., 2015. The Livestock Roles in the Wellbeing of Rural Communities of Timor-Leste. Rev. Econ. E Sociol. Rural. 53 (1): 63-80.

García, B. A., Zapata, S. C., Procopio, D. E., Martínez, P. R., Travaini, A. 2010. Evaluación del interés de productores ganaderos en el control selectivo y eficiente de predadores en la Patagonia Austral. Acta zoológica mexicana. 26 (2): 303-321.

CONAPO, 2010. Consejo Nacional de Población. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/mf2010/AnexosMapas/Mapas/Entidadesfederativas/MapB28Tamaulipas.jpg

Herrero, M., Thornton, P. K., Notenbaert, A. M., Wood, S., Msangi, S., Freeman, H. A., Bossio, D., Dixon, J., Peters, M., Steeg, J., Lynam, J., Parthasarathy R. P., Macmillan, S., Gerard, B., McDermott, J., Seré, C., Rosegrant, M., 2010. Inversiones inteligentes en la producción sostenible de alimentos: revisión de sistemas mixtos de cultivos y ganadería. Science. 327 (5967): 822–825.

Herrero, M., Thornton, P. K., Gerber, P., Reid, R. S., 2009. Ganadería, medios de subsistencia y medio ambiente: comprensión de las compensaciones. Opinión actual en sostenibilidad ambiental. 1 (2): 111-120.

Juárez-Barrientos, J. M., Herman-Lara, E., Sotoestrada, A., Ávalos-De La Cruz, D. A., Vilaboaarroniz, J., Díaz-Rivera, P., 2015. Tipificación de sistemas de doble propósito para producción de leche en el distrito de desarrollo rural 008, Veracruz, México. Revista Científica, FCV-LUZ. XXV(4): 317-323.

Leos-Rodríguez, J. A., Serrano-Páez, A., Salas-González, J. M., Ramírez-Moreno, P. P., Sagarnaga-Villegas M., 2008. Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria

beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. 5 (2): 213-230.

López-Santiago, N., Villegas-Aparicio, Y., Jerez-Salas, M. P., Carrillo-Rodríguez, J. C., Rodríguez-Ortiz, G., Ramírez-Sánchez, H. J., 2014. Caracterización de unidades de producción bovina, Caso: Guivicia Santa María Petapa, Oaxaca. Revista Mexicana de Agroecosistemas. 1 (2): 94-105.

Rangel, J., Espinosa, J. A., De Pablos-Heredero, C., Rivas, J., Perea, J., Angón, E., García-Martínez, A., 2017. Is the increase of scale in the tropics a pathway to smallholders? Dimension and ecological zone effect on the mixed crop-livestock farms. Revista Científica, FCV-LUZ. 15 (2): 1-10.

Rojas, S.R. (1979). Guía para realizar investigaciones sociales. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Autónoma de México. México, D.F. 285-310.

Statgraphics, XVIII., 2017. Statpoint Technologies. INC. Version 18.

CARACTERIZACIÓN DE UNA CUENCA SILVOPASTORIL AFECTADA POR UN INCENDIO FORESTAL AL SURESTE DE COAHUILA

CHARACTERIZATION OF A SILVOPASTORIL BASIN AFFECTED BY A FOREST FIRE IN THE SOUTHEAST OF COAHUILA

Diana Yemilet Avila Flores[1*], David Castillo Quiroz[1], Dora Alicia García García[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo-Zacatecas Km 8.5, núm. 9515 Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coah. *Autor principal. Correo: avila.diana@inifap.gob.mx

RESUMEN

El conocimiento sobre la dinámica de recuperación post incendio de la vegetación constituye la base para el manejo de áreas impactadas por incendios forestales; lo anterior cobra más énfasis cuando se trata de áreas con escasa información sobre la respuesta de la vegetación al fuego, como lo es la vegetación de ecosistemas semiáridos. En el presente trabajo se presenta una caracterización de la vegetación de una cuenca silvopastoril al sureste de Coahuila impactada por un incendio forestal en 1972. Se registraron 14 especies de las cuales *Quercus pringlei*, *Yucca carnerosana* y *Pinus cembroides* destacaron por obtener el mayor peso ecológico, de igual manera se detectó una alta dominancia de *Quercus pringlei*, lo que indica alta capacidad de rebrotar después de la ocurrencia de incendios forestales.

ABSTRACT

Knowledge about the dynamics of recovery post fire vegetation forms the basis for the management of areas impacted by forest fires in 1972. The above takes more emphasis when it comes to areas with little information on the response of vegetation to fire, such as the vegetation of semi-arid ecosystems. In this work presents a characterization of vegetation a semiarid area southeastern Coahuila impacted by a forest fire. 14 species were registered, of which Quercus pringlei, Yucca carnerosana and Pinus cembroides stood out for obtaining the highest ecological weight, in the same way, a high dominance of Quercus pringlei was detected, which indicates high capacity to regrow after the occurrence of forest fires.

INTRODUCCIÓN

A pesar de que el fuego, es un factor natural en muchos ecosistemas del mundo y de que conforma un proceso vital y esencial para la dinámica de la sucesión ecológica y el mantenimiento de los componentes vegetales al interior del ecosistema, creando espacios abiertos que favorecen la germinación y rebrote de individuos de especies preexistentes o

presentes en el banco de semillas del suelo (Calvo *et al*., 2008; Rodríguez, 2008). La ciencia enfocada a los efectos del fuego sobre los ecosistemas forestales aun es mínima en el territorio nacional y más específicamente para los ecosistemas semiáridos (Jardel *et al*., 2010). La incidencia de una perturbación como el fuego en sistemas sujetos a condiciones ambientales muy limitantes podría generar un proceso de degradación que puede poner en riesgo su recuperación; el riesgo de degradación asociado a los incendios forestales es máximo en las zonas de ambiente semiárido en las que la recuperación de la vegetación puede estar muy limitada (Aguilar, 1999). Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue caracterizar la vegetación de una cuenca silvopastoril en el municipio de Saltillo al sureste de Coahuila, que fue afectada por un incendio forestal en 1972, con el fin de generar información sobre la respuesta de la vegetación a este tipo de disturbios.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en una cuenca silvopastoril localizada en la región hidrológica Bravo-Conchos (RH24Be), dentro de la Sierra de Zapalinamé, en el municipio de Saltillo (Figura 1). El clima es del tipo semiseco templado, con una temperatura media de 11.5 a 25.3°C y precipitación promedio anual de 356.7 mm (Díaz *et al.,* 2007*).* Dentro de dicha cuenca se presenta un área que fue afectada por un incendio forestal en 1972 y a la fecha presenta condiciones de regeneración natural, es decir, no se realizaron labores de manejo post incendio.

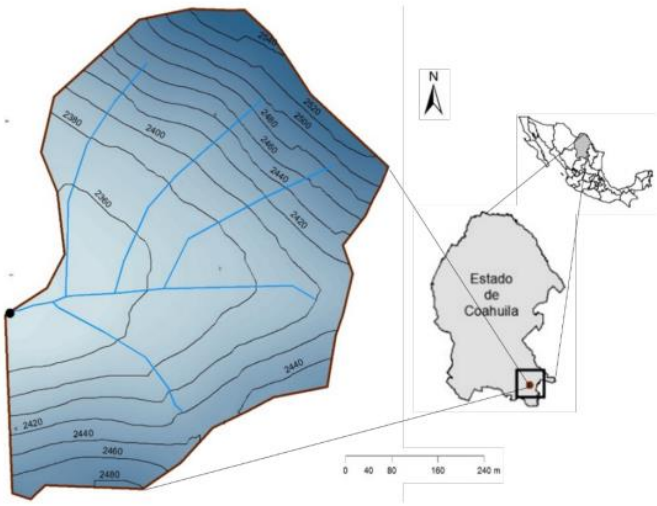


Figura 1. Ubicación del área de estudio, cuenca silvopastoril al sureste de Coahuila.

La metodología empleada, se basó en el establecimiento de sitios permanentes (Acker *et al*., 1998). Se instalaron 3 unidades de muestreo o sitios permanentes con forma cuadrada de 20 x 20 m en el área afectada por el incendio y 3 sitios testigo; los se ubicaron en la exposición norte y con una pendiente de 10%. Los datos que se obtuvieron en cada uno de los sitios fueron especies, diámetros, alturas, diámetro de copa y frecuencia. Para el análisis de la información se calculó el índice de valor de importancia e índice de diversidad de Shannon (H´); se emplearon los programas Past® ver. 4.3, el cual es un software libre para el análisis de datos científicos, con funciones para la manipulación de datos y análisis ecológicos, y Excel ver. 360.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados se registraron un total de 14 especies en los seis sitios instalados, siendo la de mayor presencia *Quercus pringlei.* Así mismo, se puede apreciar que los sitios quemados presentan un mayor número de individuos en comparación con los sitios testigo (Tabla 1). El análisis del índice de valor de importancia ecológica muestra que las especies con el mayor peso ecológico fueron *Quercus pringlei*, *Yucca carnerosana* y *Pinus cembroides*. Los resultados completos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1. Listado florístico por sitio instalado dentro del área de estudio.

Sitio	**Quemados**			**Testigos**			**Suma**	**Ocurrencia**
Especies	**SQ1**	**SQ2**	**SQ3**	**ST1**	**ST2**	**ST3**	**n**	**por sitio**
Dasylirion cedrosanum	4	0	0	0	0	0	4	1
Purshia plicata	1	1	6	2	1	0	11	5
Quercus pringlei	129	70	48	37	42	0	326	5
Yucca carnerosana	7	0	6	1	6	3	23	5
Rhus virens	0	4	0	5	1	1	11	4
Pinus cembroides	0	4	10	7	9	9	39	5
Berberis trifoliata	0	1	0	0	0	0	1	1
Celtis palida	0	1	0	0	0	0	1	1
Ferocactus pilosus	0	1	0	0	0	0	1	1
Nolina cepitifera	0	4	0	0	10	0	14	2
Mammilaria heyderi	0	0	1	0	0	0	1	1
Opuntia engelmannii	0	0	0	1	2	3	6	3
Mimosa biuncifera	0	0	0	0	2	8	10	2
Opuntia kleiniae	2	0	0	0	0	4	6	2
Total							454	

Tabla 2. Valores del Índice de Valor de Importancia Ecológica para el área de estudio

Especie	Frecuencia relativa	Abundancia relativa	Dominancia relativa	VIE 300%	VIE 100%
Dasylirion cedrosanum	2.632	4.412	0.060	7.103	2.368
Purshia plicata	13.158	5.375	1.231	19.763	6.588
Quercus pringlei	13.158	4.420	6.300	23.878	7.959
Yucca carnerosana	13.158	26.089	76.754	116.001	38.667
Rhus virens	10.526	4.412	0.844	15.782	5.261
Pinus cembroides	13.158	7.728	10.685	31.570	10.523
Berberis trifoliata	2.632	4.412	0.095	7.139	2.380
Celtis palida	2.632	4.412	0.081	7.124	2.375
Ferocactus pilosus	2.632	13.237	0.554	16.423	5.474
Nolina cepitifera	5.263	1.765	0.049	7.077	2.359
Mammilaria heyderi	2.632	0.882	0.001	3.515	1.172
Opuntia engelmannii	7.895	11.030	1.718	20.643	6.881
Mimosa biuncifera	5.263	4.765	0.829	10.857	3.619
Opuntia kleiniae	5.263	7.060	0.801	13.123	4.374
				300	100

Con relación al índice de diversidad de Shannon los resultados indican que los sitios con mayor diversidad son los sitios testigos, sin embargo, entre el SQ3 y el ST1 no se detectó mayor diferencia con valores 1.018 y 1.014 (Figura 2), respectivamente. De igual manera se identificó que los sitios quemados están tendiendo a ser mono específicos con una tendencia al dominio de *Quercus pringlei.* A este respecto se puede indicar que el género *Quercus* tiene una alta capacidad de rebrotar después de la ocurrencia de incendios forestales o de perturbaciones que lleven asociada la pérdida de los tejidos aéreos, lo que explica su amplia presencia en los sitios incendiados (Fry, 2008).

Con relación a la diversidad florística, lo reportado en los resultados anteriores coincide con algunos estudios realizados quienes observaron que las áreas afectadas por incendios forestales se van haciendo florísticamente más distintas de las áreas sin afectación, a medida que transcurre el tiempo (Graciano *et al*., 2018, Alanís *et al.,* 2012, Beguet *et al*. 1987).

Tabla 3. Valores del índice de Shannon por sitio para el área de estudio.

QUEMADOS			TESTIGOS		
SQ1	**SQ2**	**SQ3**	**ST1**	**ST2**	**ST3**
0.4351	0.8028	1.018	1.014	1.368	1.598

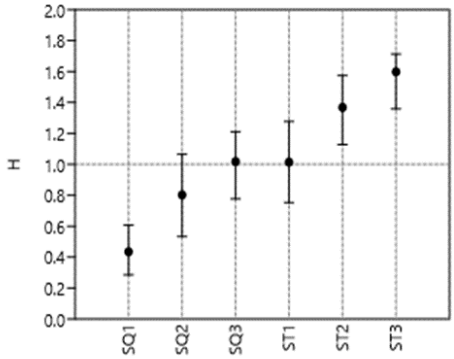


Figura 2. Valores de diversidad del índice de Shannon para los sitios de estudio.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se puede notar que el impacto principal del fuego para esta zona es la tendencia a la monoespecifidad, con lo reportado por *Quercus pringlei*. Así mismo se considera necesario incluir un análisis para medir la influencia de otros factores (ej. pendiente, suelo, etc.) en la recuperación de la vegetación post incendio. Es por ello que se con el estudio a largo plazo para el monitoreo de dichas tendencias y la influencia de otros factores.

REFERENCIAS

Acker, S. A., McKee, W. A., Harmon, M. E., & Franklin, J. F. 1998. Capítulo 6: Long-Term Research on Forest Dynamics in the Pacific Northwest: A Network of Permanent Forest Plots (pp. 93–106). New York: CRC Press. Retrieved from http://andrewsforest.oregonstate.edu/pubs/pdf/pub2123.pdf

Aguilar B, S. 1999. Regeneración post incendio de un pinar (*Pinus halepensis,* Miller*)* en ambiente semiárido. Erosión del suelo y medidas de conservación a corto plazo. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. España.

Alanís R, E., Jiménez P, J., Valdecantos D, A., González T, M. A., Aguirre C, O.A., Treviño G, E.J. 2012. Composición y diversidad de la regeneración natural en comunidades de *Pinus-Quercus* sometidas a una alta recurrencia de incendios en el noreste de México. Revista Mexicana de Biodiversidad 83: 1208-1214.

Beguet, H., Andrea, S. D., Montoni, N. 1987. Influencia del fuego en pastizal natural de las sierras de Comechingones. En Primeras jornadas nacionales de zonas áridas y semiáridas 1a ed., pp. 332–333). Santiago del Estero, Argentina. 248 p.

Calvo, L., Santalla, S., Valbuena L., Marcos, E., Tárrega R., Luis-Calabuig, E. 2008. Post-fire natural regeneration of a Pinus pinaster forest in NW Spain. Plant Ecology, 197:81-90.

Díaz P, G., Ruiz, A.C., Medina G, G., Cano G, M. A., Serrano A, V., Sánchez C, I. 2007. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Coahuila (Período 1961- 2003). INIFAP-CIRGOC. Xalapa, Ver., México. Libro Técnico Núm. 161. 159 p. Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. Programa Nacional Forestal 2014-2018.

Fry, D. L. 2008. Prescribed fire effects on deciduous oak woodland stand structure, northern Diablo Range, California. Rangeland Ecology & Management, 61(3): 294–301.

Graciano A, G., Alanís R, E., Aguirre C, O.A., Rubio C, E.A., González T, M.A. 2018. Estructura y diversidad post-incendio en un área del matorral espinoso tamaulipeco. Polibotánica, 45: 89-100.

COMERCIALIZACIÓN DE LA CARNE DE CABRITO EN EL MUNICIPIO DE BUSTAMANTE, TAMAULIPAS

MARKETING OF GOAT MEAT IN THE MUNICIPALITY OF BUSTAMANTE, TAMAULIPAS

Ricardo Avilés-Ruiz[1], Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá-Rico[1], Manuel de Jesús Flores-Nájera[2]

[1]Campo Experimental Las Huastecas, CIRNE-INIFAP. Altamira, Tamaulipas, México. C.P. 89610. [2]Campo Experimental La Laguna CIRNOC-INIFAP. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440. Autor principal: aviles.ricardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El cabrito se comercializa en el noreste de México para la preparación de platillos en restaurantes principalmente. Los productores son víctimas de los intermediarios porque no cuentan con un esquema de planeación en el manejo y venta de los cabritos. El municipio de Bustamante se posicionó en el segundo lugar en cuanto a producción carne caprina en el estado de Tamaulipas. El objetivo de este estudio fue caracterizar la comercialización del cabrito en las Unidades de Producción Familiar del municipio de Bustamante, Tamaulipas, México. Se realizaron 46 encuestas seleccionadas al azar. Se utilizó la aplicación desarrollada por el SIAP “DESARROLLO RURAL”. Para el presente trabajo se utilizó la sección de comercialización. Se calculó estadística descriptiva de los datos en una hoja de cálculo del programa Excel del paquete Microsoft Office®. Se concluyó que el cabrito es el principal producto pecuario que se comercializa en el Municipio de Bustamante, Tamaulipas. La venta del mismo es de manera estacional, en pie, a intermediarios y a bajo precio.

ABSTRACT

The goat kids are marketed in the northeast of Mexico mainly for the preparation of dishes in restaurants. Goat producers are victims to intermediaries because of they do not have any programme scheme in the management and sale of goat kids. The Bustamante municipality is ranked as top two in terms of goat meat production in the state of Tamaulipas. The study consisted of randomly selecting 46 surveys. The study was conducted using the application developed by SIAP "DESARROLLO RURAL". For this work, the marketing section was used to explore. For data analysis, descriptive statistics of the data were calculated in a spreadsheet from the Excel program of the Microsoft Office® package. We

concluded that the goat kids are the main livestock product that is marketed in the Municipality of Bustamante, Tamaulipas. The sale of this is seasonal, in farmyard, to intermediaries and at low price.

INTRODUCCIÓN

La carne de ganado caprino es una fuente de proteína muy importante en los países en vías de desarrollo (Devendra, 1988). El cabrito es la cría de menos de 2 meses de edad y con un peso no mayor a 8 kg (Montaldo *et al*., 2010) que se comercializa para la preparación un platillo que lleva ese nombre “cabrito” y que se consumen principalmente en el noreste de México (Tovar-Luna, 2008). La predilección por la carne a esta edad es debido a la blandeza que presenta por el bajo contenido de colágeno, la solubilidad, el tamaño de las fibras musculares y la contracción muscular (Devendra, 1988).

Los caprinocultores son víctimas de los intermediarios porque no cuentan con un esquema de planeación en el manejo y venta de cabritos (Aréchiga *et al*., 2008) debido a que no existe control en el comercio. Existen temporadas de sobre producción y escasez resultado de la estacionalidad que muestran los caprinos el subtrópico. Sin embrago, se han desarrollado tecnologías para los sistemas de pastoreo extensivos, las cuales son herramientas simples y a bajo costo para mejorar la productividad en cuanto al manejo reproductivo, estas tecnologías aseguran la natalidad de cabrito durante los meses de baja producción (Delgadillo, 2010).

México es el país con mayor inventario caprino en América, pero existe poca investigación en la cadena de comercialización de estos productos (Escareño *et al*., 2013), esto impide que el caprinocultor reconozca las oportunidades a su alcance para mejorar las condiciones de venta de sus productos, y brindarle mayor valor agregado (Aréchiga *et al*., 2008). En México, en el año 2017 se contabilizó un inventario de 8,725,172 cabezas de ganado caprino. Por su parte, el estado de Tamaulipas mantuvo un inventario de 262,490 cabezas para ese mismo año, colocándose en la décima posición nacional (SIAP, 2018a). La población caprina se concentra principalmente en los municipios de Tula, Bustamante, Méndez y Burgos (SDR del estado de Tamaulipas, 2016). El municipio de Bustamante se posicionó en el segundo lugar en cuanto a producción carne caprina con una aportación de 193.92 toneladas, lo que representó el 12.5% de la producción estatal (SIAP, 2018b).

En el municipio de Bustamante, Tamaulipas, donde el principal ingreso es la venta de cabrito, hasta hoy, existe poca información de las características de comercialización, por

lo cual es importante identificar sus principales problemas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue caracterizar la comercialización del cabrito en las UPF del municipio de Bustamante, Tamaulipas, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los ejidos de San Miguel de Waldo, Felipe Ángeles, El Aguacate, Bustamante, Gabino Vázquez, La Joya de Herrera, Las Antonias, El Caracol, Magdaleno Aguilar, San José de las Flores, Las Albercas, La Higuera y El Macuate del municipio de Bustamante, Tamaulipas. El municipio colinda con los estados de San Luis Potosí y Nuevo León, además con los municipios de Tula, Miquihuana y Palmillas. Bustamante se encuentra localizado entre los paralelos 23° 10´ y 23° 30´ de latitud norte y el rango de altitud varía entre 1,100 y 3,000 msnm. La precipitación media anual fluctúa de 456 y 526 mm mientras que la temperatura media anual oscila entre 9 y 27 °C. El clima de la región va del cálido subhúmedo al semiseco muy cálido con lluvias en verano (SADER, 2020). Se realizó un muestreo aleatorio, seleccionando las UPFs al azar y tomando en cuenta la población total de 173 productores, pertenecientes al Proyecto de Desarrollo Territorial (PRODETER). Para este trabajo se utilizó la metodología propuesta por Rojas (1979) y se determinó que 46 productores era el número requerido para entrevistarlos durante el periodo de enero a marzo 2020. Se utilizó la aplicación desarrollada por el SIAP "DESARROLLO RURAL". Para el presente trabajo se utilizó la sección de comercialización, la cual consta de preguntas sobre las características de comercialización de productos pecuarios. Los datos fueron organizados y analizados en una hoja de cálculo Excel, para presentar la caracterización sobre la comercialización de queso. Se calculó estadística descriptiva en una hoja de cálculo del programa Excel del paquete Microsoft Office®. Se realizaron gráficas de frecuencia, se calculó la media, el error estándar y rango de los parámetros evaluados de las UPF.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La principal actividad pecuaria en el municipio de Bustamante, Tamaulipas es la producción caprina con orientación cárnica y su principal producto es el cabrito. En la figura 1 se observa que durante los últimos 5 años, el 100% de los productores encuestados se dedicaron a la caprinocultura. Esta actividad caprinocultura es alternada con bovinos carne y/o doble propósito, lo que significa que en el mismo rebaño hay productores que tienen cabras y bovino, cabras y ovinos o las tres especies.

La especie que predomina en los hatos son los caprinos con un tamaño promedio del rebaño de 60 cabezas por productor y un rango de 5 a 200 cabezas, seguida por los bovinos y los ovinos (Cuadro 1). En un estudio realizado por Torres-Carreón (2015) que consistió en la caracterización caprina en la región centro-sureste en el municipio de Parras de la Fuente, Coahuila se encontró que el tamaño de hato promedio fue de 145 cabezas por productor, siendo este dato superior al del municipio en estudio en Tamaulipas. Cabe mencionar que en el caso de productores de Parras de la Fuente no combinan la caprinocultura con otra especie como se encontró en el municipio de Bustamante.

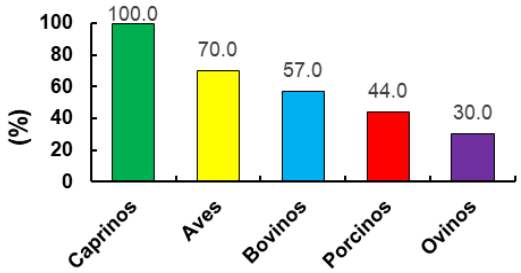


Figura 1. Porcentaje de productores dedicados a diferentes especies pecuarias en el municipio de Bustamante, Tamaulipas.

Cuadro 1. Inventario promedio de cabezas por especies pecuarias en las unidades de producción familiar (UPF) del municipio de Bustamante, Tamaulipas.

Especie	Media	EE	n	Máximo	Mínimo
Caprino	60.0	6.92	46	200	5
Bovino	24.1	5.64	26	150	2
Ovino	17.9	5.45	14	70	1
Aves	15.5	2.00	32	46	2
Porcino	2.6	0.37	20	8	1

Nota: EE = Error Estándar; n = número de productores

Se encontró que en las UPF predominó la raza Boer (Figura 2-izquierda). Posiblemente sea la raza preferida dado que la principal función zootécnica de las UPF es la producción de cabrito. Al respecto Merlos-Brito *et al*. (2008) encontraron que los cabritos cuya cruza es Boer x Criollo muestran los promedios más grandes en cuanto a peso al nacimiento, al destete y rendimiento de la canal, entre otras variables que fueron evaluadas en el trópico seco de Guerrero, México. Por otro lado, se evaluaron las características físicas y químicas de la carne de cabritos Alpinos puros y la cruza de Alpino x Boer, donde se encontró que estas cruzas tienen un valor nutricional y características físicas mejores al de la raza Alpina pura (Brzostowski *et al*., 2008).

El 82.5% de los productores vendieron cabritos. Hubo productores que ven dieron caprinos de etapas más de una etapa fisiológicas, razón por la que las barras suman más del 100% (Figura 2-derecha). Cabe mencionar que este producto es la principal fuente de ingresos de los productores de la región. Torres-Carreón, (2015) menciona que otra fuente de ingreso de los caprinocultores es la venta de animales de desecho y el estiércol. En el presente estudio el 30% de los caprinocultores vendieron desecho caprino.

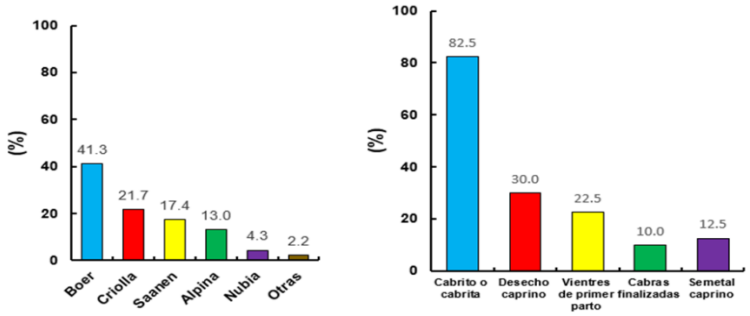


Figura 2. Razas que predominan en las Unidades de Producción Familiar (Izquierda). Venta de caprinos en las diferentes etapas fisiológicas (Derecha) en el municipio de Bustamante, Tamaulipas.

Se puede observar en el cuadro 2, los productos de más venta en el último año fueron los cabritos y cabras al destete, 16.5 y 26 cabezas en promedio y con un precio promedio de 489 y 484 pesos/cabeza, respectivamente. Los precios reportados por Torres-Carreón (2015) para la región del centro-sureste de Coahuila fueron de acuerdo al peso del cabrito, donde los cabritos con 10 kg en pie se pagaron a 555 pesos/cabeza en promedio y cabritos con peso de 6 kg se pagaron a 300 pesos/cabeza. En este mismo estudio, el precio de venta del desecho caprino fue de 587 pesos/cabeza y 831 pesos/cabeza para el presente estudio. La diferencia en los precios puede deberse a que los estudios no son contemporáneos.

Por otro lado, según el SIAP (municipio de Bustamante; 2018b) el peso promedio de venta en pie y precio/kg fue de 29.28 kg y 31.55 pesos/kg, respectivamente en comparación con 29.5 kg en promedio y 37 pesos/kg, lo que concuerda con lo obtenido en la encuesta realizada en enero del 2020. Sin embargo, para el precio por kg se obtuvo un valor superior debido posiblemente al alza en los costos de producción a nivel nacional que se presentaron.

Una ventaja de la venta de cabrito a la edad de 2 meses es que es presenta buen precio, pues alcanza hasta 67 pesos/ kg, lo cual es imposible si se vende adulto que es casi tres veces menos (23 pesos/kg). Aquí hay una oportunidad para los productores, para lo que se

requiere un manejo reproductivo bien establecido, así como una suplementación adecuada de los animales y un manejo sanitario que proteja los animales contra las enfermedades infecciosas que provocan abortos principalmente. Todo este paquete tecnológico implica una mayor inversión en la producción, por lo cual un estudio de costo-beneficio sería recomendable.

Se puede observar en el cuadro 2, los productos de más venta en el último año fueron los cabritos y cabras al destete, 16.5 y 26 cabezas en promedio y con un precio promedio de 489 y 484 pesos/cabeza, respectivamente. Los precios reportados por Torres-Carreón (2015) para la región del centro-sureste de Coahuila fueron de acuerdo al peso del cabrito, donde los cabritos con 10 kg en pie se pagaron a 555 pesos/cabeza en promedio y cabritos con peso de 6 kg se pagaron a 300 pesos/cabeza. En este mismo estudio, el precio de venta del desecho caprino fue de 587 pesos/cabeza y 831 pesos/cabeza para el presente estudio. La diferencia en los precios puede deberse a que los estudios no son contemporáneos.

Por otro lado, según el SIAP (municipio de Bustamante; 2018b) el peso promedio de venta en pie y precio/kg fue de 29.28 kg y 31.55 pesos/kg, respectivamente en comparación con 29.5 kg en promedio y 37 pesos/kg, lo que concuerda con lo obtenido en la encuesta realizada en enero del 2020. Sin embargo, para el precio por kg se obtuvo un valor superior debido posiblemente al alza en los costos de producción a nivel nacional que se presentaron.

Una ventaja de la venta de cabrito a la edad de 2 meses es que es presenta buen precio, pues alcanza hasta 67 pesos/ kg, lo cual es imposible si se vende adulto que es casi tres veces menos (23 pesos/kg). Aquí hay una oportunidad para los productores, para lo que se requiere un manejo reproductivo bien establecido, así como una suplementación adecuada de los animales y un manejo sanitario que proteja los animales contra las enfermedades infecciosas que provocan abortos principalmente. Todo este paquete tecnológico implica una mayor inversión en la producción, por lo cual un estudio de costo-beneficio sería recomendable.

Cuadro 2. Promedio de cabezas, peso y precios de caprinos en las diferentes etapas fisiológicas.

Productos Caprinos	**Cabezas**		**Peso (kg)**	**Precio (kg)**	**Precio (cabeza)**
	Vendidas	Autoconsumo			
Cabrito (♂)	16.5 ± 3.0	4.0 ± 0.8	8.7 ± 1.1	67 ± 15	489 ± 15
Cabrito (♀)	26 ± 11.0	3.0 ± 1.2	8.7 ± 0.8	52 ± 7	484 ± 44

Desecho	8.6 ± 2.4	-	34.6 ± 3.3	22 ± 1	831 ± 61
Primer parto	9.1 ± 2.5	2.6 ± 1.8	37.0 ± 5.0	30 ± 3	992 ± 102
Finalizadas	7.8 ± 2.6	0.3 ± 0.25	30.5 ± 3.1	27 ± 3	826 ± 132
Semental	1.0 ± 0.0	-	57.2 ± 9.8	23 ± 2	1330 ± 241
$\bar{x}$	**11.5**	**2.5**	**29.5**	**37**	**825**

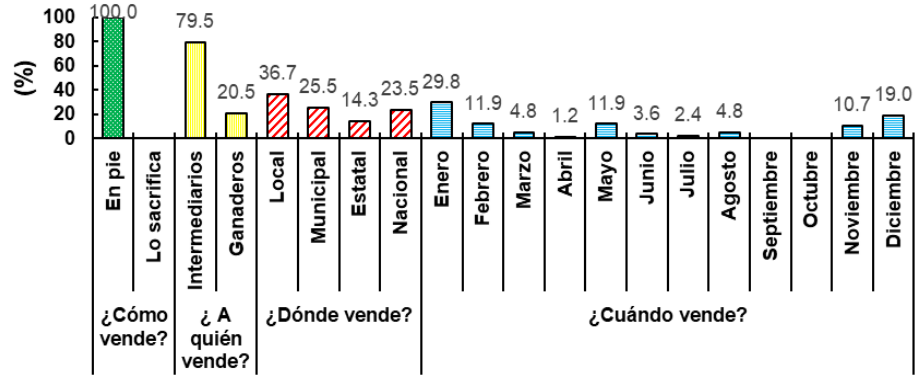


Figura 3. Características de la comercialización de los caprinos en el municipio de Bustamante, Tamaulipas.

La barra punteada verde de la figura 3 nos muestra que el 100% de los productores venden sus animales en pie, dado que no existen los medios para darle valor agregado al producto. La venta se realiza a puerta del corral y el pago es inmediato. Las barras con líneas perpendiculares amarillas muestran que los principales canales de comercialización es a intermediarios (79.5%). Los intermediarios que son conocidos como “coyotes” en la región, los cuales se encargan de recolectar varios animales que serán transportados a las grandes ciudades. Los resultados de Torres-Carreón (2015) muestran la misma situación para la región centro-sureste de Coahuila, donde el 90% de los productores venden en pie, el resto a recolectores que venden a restauranteros y en menor cantidad a empacadoras de cabrito en Nuevo León que se dedican a la exportación de canal de cabrito empaquetado al alto vacío. Las barras con líneas inclinadas rojas nos muestran que los animales se venden tanto al mercado local (36.7%) como al mercado nacional (23.5%), cabe destacar que este último es principalmente hacia los estados de Nuevo León y Coahuila, donde el consumo de cabrito es un platillo típico y común principalmente en la ciudad de Monterrey. En este sentido, Tamaulipas tiene una ventaja para producir cabritos, dado que se encuentra en un lugar geográficamente privilegiado para vender su producción a los estados antes mencionados (SDR del estado de Tamaulipas, 2016). De aquí se puede tener una fuente de comercialización para mejorar los ingresos de los productores, ya que el 82.5% de los productores vendió cabrito el año pasado (Figura 1). Los productores del municipio de

Bustamante no exportan dado que las características de la industria en pastoreo extensivas de producción de carne en el norte de México no cumplen los requisitos del mercado internacional (Delgadillo y Martin, 2015). Las barras con líneas horizontales azules, también se observa que hay dos temporadas de producción de cabrito, las cuales son de noviembre-enero y de mayo-agosto, por tal motivo se piensa que la producción de cabrito en la región es estacional. Para el caso de la región centro-sureste de Coahuila Torres-Carrión (2015) reportó dos temporadas de venta de cabrito, las cuales fueron de mediados del mes de diciembre a medianos de enero y medianos de julio a agosto. Esta estacionalidad provoca que el precio del cabrito que se devalúa por sobreproducción en estas temporadas. Puesto que se observa que durante los meses de septiembre y octubre la venta es casi nula. Se han desarrollado tecnologías que pueden resolver este problema, que consiste en fotoestimular los machos cabríos para tener machos sexualmente activos en temporadas donde naturalmente están en reposo sexual. Con esta tecnología se puede hacer que los machos estimulen y preñen a las hembras del hato y, por consiguiente, haya producción de cabrito en estos meses (Delgadillo, 2010). Establecer industrias de procesamiento y empaquetado de la carne que den valor agregado a la producción de cabrito pueden mejorar los ingresos de los caprinocultores de la región, pero esto conlleva a esfuerzos considerables en instalaciones, mercadeo, como manejo de transportación, trozado, empaquetado y almacenamiento, lo cual está asociado con un alto costo (Nyapuane *et al*, 2016).

CONCLUSIONES

El cabrito es el principal producto pecuario que se comercializa en el Municipio de Bustamante, Tamaulipas. La venta es de manera estacional, en pie, a intermediarios y a bajo precio. La organización de los caprinocultores en cooperativas y centros de acopio para comercializar el cabrito sería recomendable para percibir mayores ganancias.

REFERENCIAS

Aguilar-Barojas, S. 2005. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud en Tabasco. 2005, 11:1-2.

Aréchiga C.F., Aguilera J.I., Rincón R.M., Méndez de Lara S., Bañuelos V.R., Meza-Herrera C.A. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 9:1-14.

Brzostowski H., Niżnikowski R., Tański Z. 2008. Quality of goat meat from purebred French Alpine kids and Boer crossbreeds. Archiv fuer Tierzucht. 4:381-388.

Delagadillo J. A. 2011. Environmental and social cues can be used in combination to develop sustainable breeding techniques for goat reproduction in the subtropics. Animal. 5:74-81.

Delgadillo J.A.y Martin G.B. 2015. Alternative methods for control of reproduction in small ruminants: A focus on the needs of grazing industries. Animal Frontiers. 5:57-65.

Devendra C. 1988. The nutritional value of goat meat. Proceedings of a workshop held in Tando Jam, Pakistan. 76-86.

Merlos-Brito M.I., Martínez-Rojero R.D., Torres-Hernández G., Mastache-Lagunas A.A., Gallegos-Sánchez J., 2008. Evaluación de características productivas en cabritos Boer × local, Nubian × local y locales en el trópico seco de Guerrero, Mexico. Veterinaria México. 39:323–333.

Montaldo H.H., Torres-Hernández G., Valencia-Posadas M. 2010. Goat breeding research in Mexico. Small Ruminant Research. 89:155-163.

Nyaupane N., Gillespie J., McMillin K. 2016. The Marketing of Meat Goats in the US: What, Where, and When? Journal of Food Distribution Research. 47:101-120.

Rojas S.R. 1979. Guía para realizar investigaciones sociales. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Autónoma de México. México, D.F. 271.

SADER. 2020. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Informe de diagnóstico de las unidades de producción familiar del Proyecto del Desarrollo territorial (PRODETER) "Productores Tres Cañones de Bustamante, Tamaulipas".

SDR del estado de Tamaulipas. 2016. Secretaría de Desarrollo Rural. Gobierno de Tamaulipas. Disponible en: https://www.tamaulipas.gob.mx/desarrollorural/2016/10/caprinos-una-actividad-con-futuro/

SIAP. 2018a. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762?idiom=es

SIAP. 2018b. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Aplicación Siacon-setup.exe. Disponible en: https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430

Torres-Carreón S. 2015. Caracterización de la caprinocultura de la región centro-sureste del municipio de Parras de la Fuente, Coahuila. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Tovar-Luna I. 2008. Goat production in México - overview of the Industry and its production practices. proceedings of the 24th Annual Goat Field Day, Langston University.

COMERCIALIZACIÓN DE QUESO FRESCO DE CABRA EN EL MUNICIPIO DE BUSTAMANTE, TAMAULIPAS

MARKETING OF FRESH GOAT CHEESE IN THE MUNICIPALITY OF BUSTAMANTE, TAMAULIPAS

Ricardo Avilés-Ruiz[1], Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá-Rico[1]

[1]Campo Experimental Las Huastecas, INIFAP. Altamira, Tamaulipas, México. C.P. 89610.
Autor principal: aviles.ricardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El queso fresco es el producto lácteo principal que se comercializa en México para la preparación de diferentes platillos. El objetivo de estudio fue caracterizar la comercialización de queso de cabra en las unidades de producción familiar del municipio de Bustamante, Tamaulipas. Se realizaron 46 encuestas seleccionadas al azar. Se utilizó la aplicación desarrollada por el SIAP "DESARROLLO RURAL". Para el presente trabajo se utilizó la sección de comercialización. Se calculó estadística descriptiva de los datos en una hoja de cálculo del programa Excel del paquete Microsoft Office®. La manufactura del queso es en pequeña escala de manera familiar. La comercialización es directa al consumidor local o las ciudades cercanas. El problema principal que aqueja es la baja producción y bajo precio a la venta, debido a la falta de calidad y presentación el producto. La organización de los caprinocultores para comercializar el queso sería recomendable para percibir mayores ganancias.

ABSTRACT

Fresh cheese is the main dairy product that is marketed in Mexico for the preparation of different dishes. The aim of this study was to characterize the marketing of goat's milk and cheese in family production units in the municipality of Bustamante, Tamaulipas. Forty-six randomly selected surveys were conducted. The application developed by the SIAP "DESARROLLO RURAL". For this work, we used the commercialization section. Descriptive statistics of the data were calculated in a spreadsheet from the Excel program of the Microsoft Office® package. We concluded the cheese is the main processed food that is market in the Municipality of Bustamante, Tamaulipas. It is manufactured on a small scale in a family way. The marketing is direct to the local consumer or nearby cities. The main problem that afflicts is the low production and low price for sale and finally, the producer

considers that the product lacks quality and presentation. The goat farmer organization is recommended to market the cheese to get better profits.

INTRODUCCIÓN

El queso es el producto obtenido de la concentración de algunos componentes de la leche, particularmente de las proteínas (caseínas) y la grasa butírica, los cuales forman la "cuajada", logrando la separación de una gran porción de agua y otros componentes solubles de la leche, por ejemplo: lactosa y sales minerales hidrosolubles (Villegas y de la Huerta, 2015). El queso fresco es el que más se consume en México en diferentes platillos (Ramírez-López y Vélez-Ruiz, 2012).

La leche destinada a la industrialización del queso a gran escala, empresas formales dadas de alta en la Secretaria de Hacienda y Crédito Público, proviene de hatos con grandes inventarios de caprinos de sistemas intensivos, donde la producción no es estacional y la calidad de la leche es constante, lo que permite ser proveedor de mercados formales y tiendas de autoservicio (Espinoza *et al*., 2007). Sin embargo, en las regiones áridas y semiáridas del norte del país, la transformación de la leche en queso es de manera artesanal a nivel familiar, con baja producción, de manera estacional y sin protocolos de inocuidad de la norma oficial Mexicana: NMX-F-759-COFOCALEC-2015 (López-García *et al*., 2011). Las instalaciones de manejo son deficientes y no realizan buenas prácticas sanitarias de ordeño (Olhagaray y Espinoza 2007). Al respecto, Avilés-Ruiz *et al*. (2018) encontraron que, en las Unidad de Producción Familiar (UPF) de bovinos lecheros en el estado de Guanajuato, el porcentaje de mastitis fue alta debido a que no se tiene implementado un programa de diagnóstico y control para reducir los efectos de este padecimiento en los animales, en la economía de los productores, pero sobre todo en la calidad de la leche y en los riesgos que implica la mastitis en la inocuidad de la leche y sus productos. Lo anterior representa un riesgo en la calidad del producto terminado y reduce la vida de anaquel. Además representa un problema económico para el productor ya que dispone de corto tiempo para su comercialización.

México es el principal productor de leche de cabra en América, pero existe poca investigación en la cadena de comercialización de estos productos (Escareño *et al*., 2013). En el municipio de Bustamante, Tamaulipas, donde el principal producto alimentario derivado de la leche es el queso fresco, hasta hoy no existe información de las características de comercialización del queso de cabra. Por lo tanto, el objetivo de este

estudio fue caracterizar la comercialización del queso de cabra en las UPF del municipio de Bustamante, Tamaulipas, México para identificar oportunidades y debilidades en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 13 ejidos del municipio de Bustamante, Tamaulipas (Figura 1) durante el periodo de tiempo de enero a marzo 2020. La región de estudio se localiza al suroeste del estado de Tamaulipas denominada Altiplano Tamaulipeco, mismas que se encuentra entre las coordenadas 23° 10" y 23° 30" N de latitud y altitudes que van de 1,100 a 3,000 msnm. La precipitación y temperatura media anual oscila entre 456 y 526 mm y entre 9 y 27 °C, respectivamente. Estas comunidades presentan un clima semiárido, la vegetación se encuentra adaptada a precipitaciones bajas.

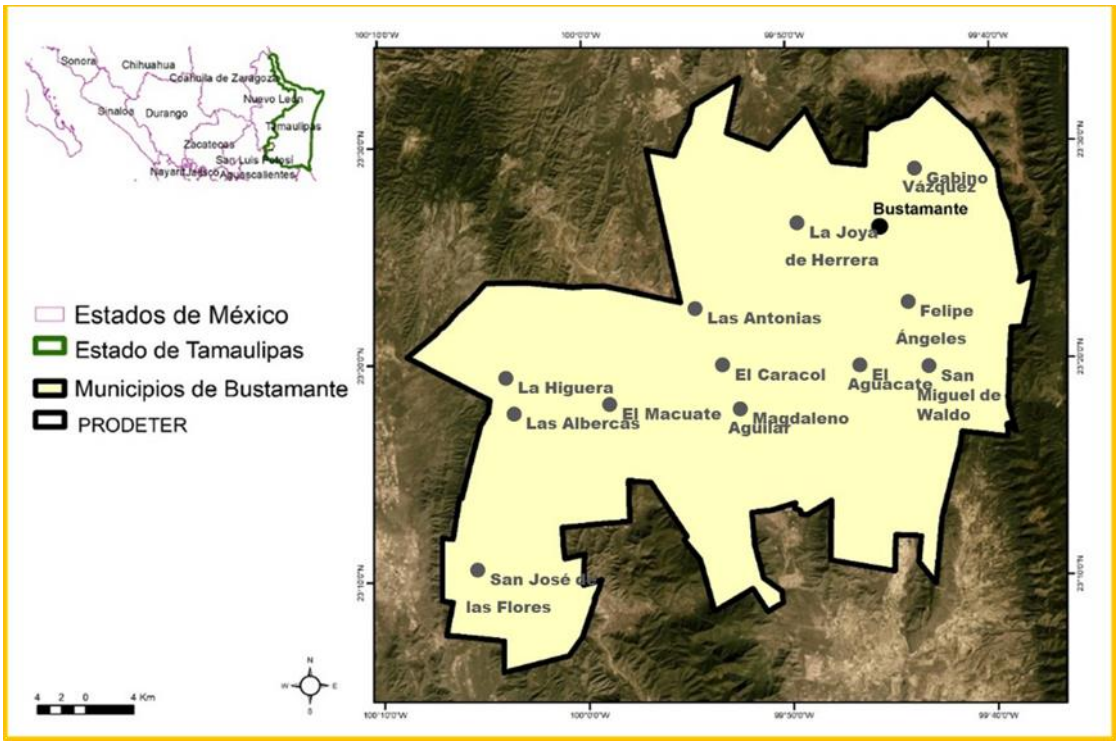


Figura 1. Dispersión geográfica de Ejidos de productores de quesos del municipio de Bustamante, Tamaulipas.

Se realizó un muestreo aleatorio, seleccionando las UPF al azar de una población total de 173 productores, pertenecientes al Proyecto de desarrollo territorial (PRODETER). Se utilizó la metodología propuesta por Rojas (1979) y se determinó una muestra de 46 productores era el número exacto requerido, los cuales fueron entrevistados.

Se utilizó la aplicación desarrollada por el SIAP “DESARROLLO RURAL”. Para el registro de las variables se consideró la sección de comercialización, la cual consta de preguntas sobre las características de comercialización de productos pecuarios.

Los datos analizados fueron organizados en una hoja de cálculo Excel, para presentar la caracterización. Se calculó estadística descriptiva en una hoja de cálculo del programa Excel del paquete Microsoft Office®. Se realizaron gráficas de frecuencia, se calculó la media, el error estándar y rango de los parámetros evaluados de las 46 UPF.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el municipio de Bustamante, Tamaulipas el ganado caprino tiene orientación cárnica y lechera. No existe una cuenca de comercialización de leche fluida en la región. El principal producto que se comercializa es el queso fresco. El queso es procesado de manera familiar y artesanal. La venta de queso fresco representa una fuente de ingreso para las UPF.

Del total de productores encuestados(n = 46), el 63% producen queso fresco (n = 29), pero sólo el 58.7% comercializa (n = 27), existiendo un rango de producción de 2,000 kg de queso al año como máximo y 18.8 kg de queso al año como mínimo y cuyo promedio es de 395.6 kg de queso por año. El precio máximo es 140 pesos por kilogramo de queso como máximo y 25 pesos/kg de queso como mínimo (Cuadro 1). Existe una variación de 115 pesos/kg posiblemente debido al tipo de consumidor, ya que puede depender de la cercanía que se tenga a las comunidades, ciudades o revendedores. Espinoza *et al*. (2007) encontraron que los precios de quesos frescos de cabra en el mercado informal de la ciudad de Zacatecas fueron de 40 a 50 pesos/kg, esto representa un precio menor al encontrado en este estudio posiblemente debido al año en que se realizó el estudio. PROFECO (2017) reportó un rango de precios de queso panela (leche de vaca) de 48 a 155 pesos/kg, cabe mencionar que estos quesos cuentan con una marca.

Cuadro 1. Producción y precio de comercialización de queso en el municipio de Bustamante, Tamaulipas.

Variable	Media	EE	n	Máximo	Mínimo
Producción (kg/año)	395.6	84.3	29	2000.0	18.8
Autoconsumo (kg/año)	45.7	7.5	29	200.0	6.0
Comercialización (kg/año)	348.2	82.3	27	1900.0	6.0
Precio ($/kg)	79.0	5.2	24	140.0	25.0

Nota: EE = Error Estándar; n = número de productores

La comercialización del queso se hace directo al consumidor (Figura 2) ya sea dentro de la comunidad, en la cabecera municipal o en las ciudades más cercanas. En este estudio, al igual que Gómez-Ruiz *et al*. (2012) en un análisis de la industria de queso de leche de cabra en las zonas desérticas de México, se encontró que los mismos productores comercializan el queso a las ciudades más cercanas, algunos de los miembros de la unidad de producción realizan la venta casa por casa. Además, encontraron que el queso ha ganado aceptación a través de los años en la población de bajos recursos a pesar de que el producto se vende sin un empaque, marca ni forma. Los productores que lo comercializan a través de intermediarios, éstos les ofrecen precios bajos, debido a que el producto carece de un proceso de producción estandarizado de calidad. Por otro lado, para poder competir con el mercado formal (tiendas de autoservicio) es necesario lograr la organización de los productores para adquirir apoyos gubernamentales que les permitan dejar la forma rústica y sin equipo alimentario adecuado para la producción de queso, principalmente pasteurización de la leche, cuajado y empaquetado. Espinoza *et al*. (2007) mencionan los requisitos que estas cadenas de supermercados solicitan, las cuales son requerimientos para ser proveedor de mercados formales (tiendas de autoservicio) como empresa formal darse de alta en la Secretaria de Hacienda y Crédito Público; que el producto tenga gramaje (de 200 a 400 g), código de barras (opcional), información nutricional, fecha de caducidad y condiciones de manejo (temperatura de almacenamiento), las condiciones de pago son de 20 a 30 días y deben exhibir un período de prueba de 3 meses.

El mayor porcentaje de productores vende productos lácteos durante los meses de marzo a junio (Figura 2). Se puede decir que la producción de queso es estacional porque el porcentaje de productores que comercializan durante los meses de octubre, noviembre y diciembre es menor al del resto del año. En un estudio de mercado realizado por Espinoza *et al*. (2007) de queso de cabra en la ciudad de Zacatecas encontraron que en los mercados informales, la disponibilidad del producto es de manera irregular (solo en los meses del año en que hay leche en los hatos de la región). También se observa en la figura 2 que durante el otoño se encuentra el menor porcentaje de productores que comercializan productos lácteos. Lo que coincide con Olhagaray y Espinoza (2007) que indicaron que, en la Comarca Lagunera, México los menores niveles de producción de leche caprina se obtienen durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, coincidiendo con la época de gestación de los animales.

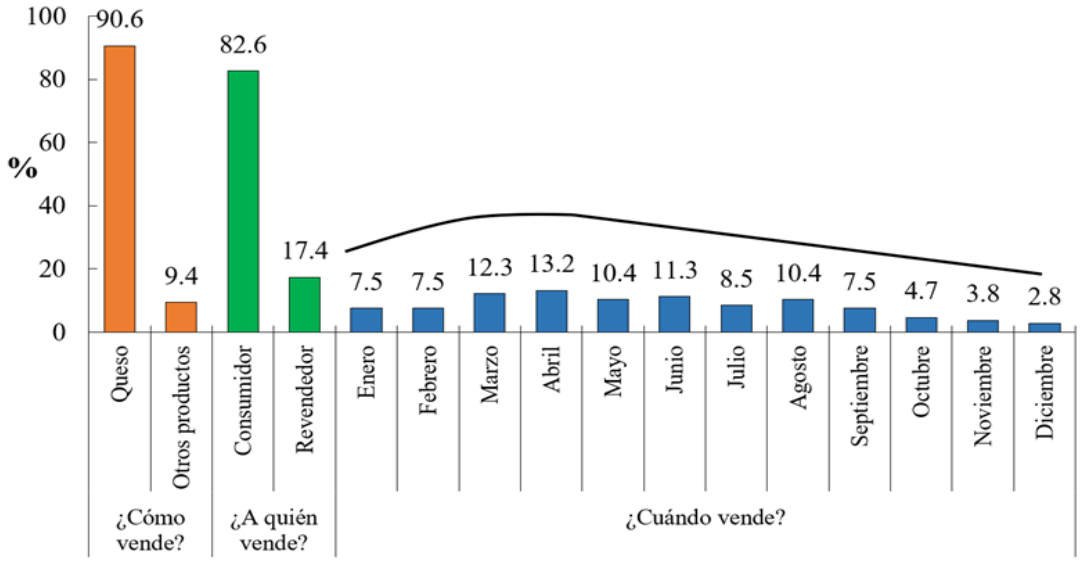


Figura 2. Características de comercialización del queso de cabra en el municipio de Bustamante, Tamaulipas.

Con respecto a la venta de leche y productos procesados derivados de la leche, los principales problemas detectados son: Baja producción limitada por la escasez de forraje en la región para aumentar la producción por animal y el inventario ganadero. El precio bajo de venta y los intermediarios representan problemas (Figura 3). Olhagaray y Espinoza (2007) califican a intermediarios de queso y sus productos lácteos como las tiendas que los distribuyen a nivel del mayoreo y menudeo. Asimismo, la agroindustria quesera artesanal, conformada por miles de micro y pequeñas empresas (la mayor parte familiares), dispersas en el país, y que elabora predominantemente quesos genuinos de leche cruda, se enfrentan a la problemática: falta de promoción y el desconocimiento del producto por parte de los consumidores. Además, compitiendo desventajosamente con las industrias que procesan imitaciones de queso que se encuentran en el mercado (Villegas y de la Huerta, 2015).

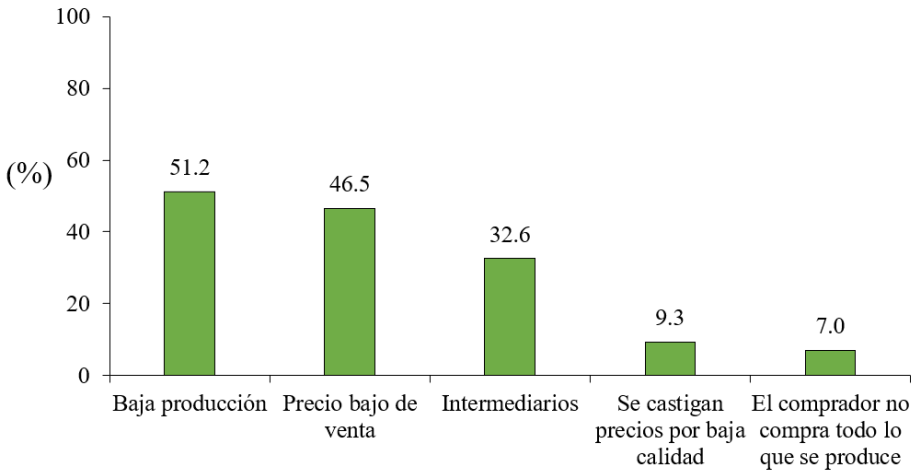


Figura 3. Principales problemas que aquejan la comercialización de queso en el municipio de Bustamante, Tamaulipas.

Las principales tecnologías de conservación de los productos procesados pecuarios son la refrigeración y/o congelación con un costo de 0.4 y 0.3 $/kg, respectivamente (Cuadro 2). El empaquetado representa un costo ($0.8) mayor por kg de queso que consiste en envolver el producto en una bolsa plástica. De acuerdo con lo reportado con Gómez-Ruiz *et al*. (2012) indican que los costos de mano de obra familiar en el procesamiento del queso no se consideran en el costo de producción porque no se les paga, entonces el margen de ganancia incluye parte de su propio salario familiar.

Cuadro 2. Costo de los procesos de conservación o transformación del queso en el municipio de Bustamante, Tamaulipas.

Proceso	Media	Error estándar	n	Máximo	Mínimo
Refrigeración ($/kg)	0.4	0.04	15	0.9	0.3
Congelación ($/kg)	0.3	0.01	9	0.3	0.2
Empaquetado ($/kg)	0.8	0.17	16	2.4	0.1

Nota: EE = Error Estándar; n = número de productores

CONCLUSIONES

La manufactura del queso es en pequeña escala de manera familiar. La comercialización es directa al consumidor local o las ciudades cercanas. El principal problema que aqueja es la baja producción y bajo precio a la venta. La organización de los caprinocultores para comercializar el queso sería recomendable para percibir mayores ganancias.

REFERENCIAS

Avilés-Ruiz R., Valencia-Posadas M., Martínez-Jaime O.A., Angel-Sahagún C.A., Lechuga-Arana A.A., León-Galván F. y Gutiérrez-Chávez A.J. (2018). Evaluación de la salud de la ubre como estimador de la calidad de la leche de vacas en hatos familiares. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. 3:276-380.

Escareño L., Salinas-Gonzalez H., Wurzinger M., Iñiguez L., Sölkner J. y Meza-Herrera C. (2013). Dairy goat production systems Status quo, perspectives and challenges. Tropical Animal Health Production. 45:17–34.

Espinoza J. J., Pastor F., Orona I. y Salinas H. (2007). La comercialización del queso de cabra en la ciudad de Zacatecas. Memoria de la XIX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 230-233.

Gómez-Ruiz W.J., Pinos-Rodríguez J.M., Aguirre-Rivera J.R. y García-López J.C. (2012). Analysis of a goat milk cheese industry in a desert rangeland of Mexico. Pastor Research Policy Practice. 2:2-11.

López-García J.C., Fuentes V.H., Figueroa J.J., Sánchez R.A., Serna A., Ruiz J.I., Echavarría F.G. y Salinas H. (2011). Técnicas para la transformación de leche de cabra en zonas marginales. Libro Técnico No. 36. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 158.

NMX-F-759-COFOCALEC-2015. Sistema Producto Leche-Alimentos-Lácteos-Queso Ranchero-Denominación, especificaciones y métodos de prueba.Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de laFederación el 25 de abril de 2017.

Olhagaray E.C. y Espinoza J.J. (2007). Producción y comercialización de la leche de cabra en el GGAVATT-INIFAP “Juan E. García” del municipio de Lerdo, Dgo. México Revista Mexicana de Agronegocios. 11:308-313.

PROFECO. (2017). Procuraduría Federal del Consumidor. Edición número 484 junio 2017.

Ramírez-López C. y Vélez-Ruiz J.F. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos 6: 131-148.

Rojas, S.R. (1979). Guía para realizar investigaciones sociales. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Autónoma de México. México, D.F. 271.

Villegas A. y de la Huerta R. (2015). Naturaleza, evolución, contrastes e implicaciones de las imitaciones de quesos mexicanos genuinos. Estudios sociales. 23:215-236.

COMPONENTES QUE AFECTAN EL PESO DE LA CAMADA AL DESTETE EN UN REBAÑO OVINO

COMPONENTS THAT AFFECT THE WEIGHT OF THE LITTER WHEN WEATHING IN A SHEEP FLOCK

Rojas-Rodríguez, Octavio[1]*; Murguía-Olmedo, María de la Luz[1]; Borges-Uc, Alejandro Josue[2] y Ortiz de la Rosa, Benjamin[2]

[1]Campo Experimental de Mocochá, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 25 Antigua Carretera Mérida-Motul. Mocochá, Yucatán. CP: 97454.
[2]Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico s/n, Conkal, Yucatán. CP: 97345.
rojas.octavio@inifap.gob.mx

RESUMEN

Los ovinos tropicales son muy importantes en México, ya que, por sus características de adaptación y utilización eficiente de los recursos naturales y forrajes introducidos. La deficiencia de información en parámetros productivos en razas de pelo en los productores de ovinos es muy común, debido a que no acumulan información de sus rebaños y los que productores llevan algún tipo de registro no lo analizan, interpretan y utilizan la información. Es importante considerar el análisis de registros productivos, reproductivos, sanitarios y económicos a fin de conocer la situación real de las unidades de producción. El objetivo del presente trabajo fue conocer el efecto de raza, prolificidad y sexo de corderos sobre el peso de la camada al destete en borregas de la raza Pelibuey y Blackbelly. Se utilizaron 200 borregas de las razas Pelibuey y Blackbelly en un empadre semi-controlado con cruzamientos puros durante 40 días. Se separaron las borregas gestantes. El pastoreo fue de 7 horas aproximadamente en praderas de pasto Tanzania y Mombaza. También se suplementaron con alimento comercial hasta el destete. Este empadre se realizó por 3 años consecutivos para recabar información. Los datos fueron capturados en un programa estadístico SAS, donde se analizaron a través de un modelo estadístico lineal y se realizaron prueba de comparación de medias. El Modelo estadístico lineal utilizado fue con las siguientes variables: Variables fijas: raza, prolificidad y sexo de las crías. Variable dependiente: Peso de la camada al destete. La raza y el sexo no ejercieron influencia sobre el peso de la camada al destete, siendo estadísticamente iguales. Se observó que la prolificidad tuvo efecto sobre peso de la camada al destete, encontrando diferencias estadísticamente significativas. La raza y el sexo no influyeron sobre el peso de la camada

al destete. La prolificidad afecto el peso de la camada al destete. El peso de la camada de los corderos al destete fue superior en un 66.7% que los que provenían de partos sencillos.

ABSTRACT

Tropical sheep are very important in Mexico, because, because of their characteristics of adaptation and efficient use of the natural resources and forage introduced. The deficiency of information in productive parameters in hair breeds in sheep producers is very common, because they do not accumulate information from their herds and those who keep some kind of record do not analyze, interpret and use the information. It is important to consider the analysis of productive, reproductive, health and economic records in order to understand the actual situation of the production units. The objective of this work was to know the effect of race, prolificity and sex of lambs on the weight of the litter to wean in sheep of the breed Pelibuey and Blackbelly. 200 sheep of the Pelibuey and Blackbelly breeds were used in a semi-controlled soak with pure crossbreedings for 40 days. The pregnant erasers separated. The grazing was approximately 7 hours in tanzania and Mombaza grass meadows. They were also supplemented with commercial food until weate. This packaging was made for 3 consecutive years to gather information. The data were captured in a SAS statistical program, where they were analyzed using a linear statistical model and media comparison tests were performed. The linear statistical model used was with the following variables: Fixed variables: race, prolificity and sex of the offspring. Dependent variable: Weight of the litter to weater. Race and sex did not influence the weight of the litter to wean, being statistically equal. It was observed that prolificity had an effect on litter weight when weatheted, finding statistically significant differences. Race and sex did not influence the weight of the litter in weaning. Prolificity affected the weight of the litter to weathe. The weight of the litter of the lambs in weate was 66.7% higher than those from simple births.

INTRODUCCION

Los ovinos tropicales son muy importantes en México, ya que, por sus características de adaptación a las condiciones climáticas y utilización eficiente de los recursos naturales y pastos y forrajes introducidos, permite su producción en pequeña, mediana y gran escala. Aun cuando sus indicadores de crecimiento son actualmente bajos en comparación con los ovinos de clima templado, su poca estacionalidad reproductiva y su alta prolificidad hacen que su explotación en el país se esté extendiendo a otras regiones fuera del trópico. El futuro de su producción está basado en mejorar condiciones sanitarias, velocidad de

crecimiento y calidad de canal. Sin embargo, para obtener el máximo rendimiento es necesario considerar el potencial genético de los animales y los factores ambientales que influyen en su producción. La deficiencia de información en parámetros productivos en razas de pelo en los productores de ovinos es muy común, debido a que no acumulan información de sus rebaños y los que productores llevan algún tipo de registro no lo analizan, interpretan y utilizan la información. Razón por la cual, es importante considerar el análisis de registros productivos, reproductivos, sanitarios y económicos a fin de conocer la situación real de las unidades de producción. El objetivo del presente trabajo fue conocer el efecto de raza, prolificidad y sexo de corderos sobre el peso de la camada al destete en borregas de la raza Pelibuey y Blackbelly.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 200 borregas de las razas Pelibuey y Blackbelly integradas en 4 grupos de 50 hembras y 4 sementales, uno por grupo, en un empadre semi-controlado con cruzamientos puros durante 40 días. Las borregas tenían una condición corporal de 2 a 4 y un rango de edad de 2 a 4 años. El pastoreo fue de 7 horas aproximadamente en praderas de pasto Tanzania y Mombaza. Al término del pastoreo, todo el lote integrado regreso al corral y se separaron los 4 lotes por los colores y en esos corrales se les suplemento con 250 gramos de alimento comercial con 16% de proteína cruda. Conforme fue aumentando el tiempo de gestación de las borregas se incrementó el suplemento de 250 a 350 gramos. Por el aspecto sanitario se cumplieron los programas de vacunas y desparasitación tanto en hembras y machos durante todas las fases productivas que son empadre, gestación, parición, lactancia y destete. Este empadre se realizó por 3 años consecutivos para recabar información. Posteriormente a la parición, lactancia y destete se recabaron los datos en una libreta de campo que se generó en la Unidad Productiva Ovina del INIFAP. Los datos fueron capturados en un programa estadístico SAS, donde se analizaron a través de un modelo estadístico lineal y se realizaron prueba de Duncan para la comparación de medias. El Modelo estadístico lineal utilizado fue con las siguientes variables: Variables fijas: raza, prolificidad y sexo de las crías. Variable dependiente: Peso de la camada al destete.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1 se puede apreciar que el efecto de la raza se encontró en la raza Pelibuey 17.12 kg, mientras que la raza Blackbelly fue de 17.11 kg en promedio de peso de la camada al destete, siendo estadísticamente iguales entre sí ($P>0.05$). Los resultados

coinciden con lo reportado por González et al, 2002, Hinojosa – Cuéllar et al, 2009. Aunque puede existir variación de acuerdo a los sistemas de alimentación y manejo ya sea hato reproductivo en confinamiento o pastoreo con suplementación, así como la pureza o no de la raza (Macedo y Alvarado 2005).

Cuadro 1. Peso de la camada (medidas ± desviación estándar), al destete según la raza de las crías.

Raza	**Nº de crías**	**Peso de la camada al destete (kg)**
Pelibuey	201	$17.12 \pm 6.29_a$
Blackbelly	240	$17.11 \pm 7.16_a$

a,b Literales diferentes entre líneas (por sexo de las crías) indican diferencia significativa (P<0.05).

En el cuadro 2 se observa que el efecto de la prolificidad sobre peso de la camada al destete. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas (P<0.01). En el parto sencillo se obtuvo 13.42 kg, para el parto doble 18.27 kg, para parto triple 21.04 kg, mientras que para el parto cuádruple 21.0 kg en promedio de peso de la camada al destete. El tipo de parto sencillo fue diferente estadísticamente a los partos múltiples. La diferencia porcentual del peso de la camada al destete de corderos que provienen de un parto múltiple y uno sencillo fue del 66.7% en promedio. Daza 1997, reporta que corderos de parto múltiple alcanzan ganancias diarias superiores a la de corderos de parto sencillo después del destete. Según Macías-Cruz et al, 2012, la producción de cordero al destete por borrega parida es un reflejo de la capacidad reproductiva y de la habilidad materna de la madre, así como del potencial genético que tienen las crías para crecer rápidamente. Aunque lo más deseable es la prolificidad, debe ir acompañada de un mejoramiento en el manejo y sistema de cría del rebaño, para reducir las posibilidades de muerte, especialmente en corderos dobles a los 36 días posparto Magaña-Monforte et al, 2013.

Cuadro 2. Efecto de la prolificidad sobre el peso de la camada al destete (promedios ± desviación estándar).

Prolificidad (kg)	**Nº de crías**	**Peso de la camada al destete**
Sencillo	134	$13.42 \pm 3.95_b$
Doble	256	$18.27 \pm 6.96_a$
Triple	47	$21.04 \pm 7.79_a$
Cuádruple	4	$21.00 \pm 7.70_a$

[a,b] Literales diferentes entre líneas (por tipo de parto) indican diferencia significativa (P<0.05).

En el cuadro 3 se observa el efecto del sexo de la cría, con respecto al peso de la camada al destete para ambas razas estudiadas, encontrándose 17.26 kg y 17.11 kg en promedio para el sexo macho y hembra respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí (P>0.05). Estando estos pesos en el rango de peso de la camada al destete para las razas ovina de pelo en el trópico, de acuerdo a lo reportado por González et al, 2002 y lo encontrado por Hinojosa – Cuéllar et al, 2009. Mientras que Bores-Quintero et al, 2002, indica que machos y hembras muestran una ganancia diaria de peso pre-destete similar y propone que el efecto hormonal de la testosterona en los corderos machos no se manifiesta significativamente a una edad de 70 días y por consiguiente no se promueve un mayor crecimiento en los machos referente a la hembra.

Cuadro 3. Efecto del sexo de las crías sobre el peso de la camada al destete (promedios ± desviación estándar).

Sexo (kg)	**Nº de crías**	**Peso de la camada al destete**
Macho	201	17.26 ± 6.29a
Hembra	240	17.11 ± 7.16a

[a,b] Literales diferentes entre líneas (por sexo de las crías) indican diferencia significativa (P<0.05).

CONCLUSIONES

La raza y el sexo no influyeron sobre el peso de la camada al destete. La prolificidad afecto el peso de la camada al destete. El peso de la camada de los corderos al destete de corderos que provenían de partos múltiples fueron superiores en un 66.7% a los de partos sencillos.

REFERENCIAS

Bores-Quintero R.F.; PA Velázquez-Madrazo; M Heredia-Aguilar. 2002. Evaluación de razas terminales en esquemas de cruza comercial con ovejas de pelo F1. Tec. Pecu. Méx. 40 (1): 71-79.

González-Garduño R.; G Torres-Hernández y M Castillo-Álvarez. 2002. Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM Veterinaria.

Hinojosa-Cuellar JA; FM Regalado-Arrazola; J Oliva-Hernández. 2009. Crecimiento prenatal y predestete en corderos Pelibuey, Dorper, Kathadin y sus cruces en el Sureste de México. Rev. Cient FCV- LUZ 19, 522-532.

Macedo R.; Alvarado A. 2005. Efecto de la época de monta sobre la productividad de ovejas Pelibuey bajo dos sistemas de alimentación en Colima, México. Arch Zootec 54, 51-62.

Macías-Cruz U.; FD Álvarez-Valenzuela; HA Olguín-Arredondo, L Molina-Ramírez, L Avendaño-Reyes. 2012. Ovejas Pelibuey sincronizadas con progestágenos y apareadas con machos de razas Dorper y Katahdin bajo condiciones estabuladas: producción de la oveja y crecimiento de los corderos durante el período predestete. Arch Med Vet 44, 29-37.

Magaña-Monforte JG, M Huchin-Cab, RJ Ake-López, JC Segura-Correa.2013. A field study of reproductive performance and productivity of Pelibuey ewes in Southeastern Mexico. Trop Anim Health Prod 25,173-178.

CRECIMIENTO DE BECERRAS LECHERAS HOLSTEIN BAJO DIFERENTE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN CON LECHE ENTERA

GROWTH OF HOLSTEIN DAIRY CALVES UNDER DIFFERENT FEEDING SYSTEM WITH WHOLE MILK

Blanca Patricia Peña Revuelta[1], Ramiro González Avalos[1*], Melisa Concepción Hermosillo Alba[1], Juan Leonardo Rocha Valdéz[1], José González Avalos[2]

[1*]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Departamento de Ciencias Básicas, carretera a Santa Fe y Periférico, Torreón, Coahuila, México.
[2]Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo, Hidalgo, México.
[*]e-mail: blanca8989@hotmail.com

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar diferente sistema de alimentación en becerras lecheras Holstein suministrando leche pasteurizada. 40 becerras de raza Holstein fueron utilizadas desde su nacimiento y de manera aleatoria se incluyeron en 1 de 2 tratamientos: T1= se suministraron dos tomas de leche (3 L am y 3 L pm) hasta el día 57 de vida. T2: dos tomas de leche (4 L am y 4 L pm) hasta el día 45 de vida. Los parámetros evaluados fueron: peso al nacimiento, peso al destete, altura a la cruz al nacimiento, altura a la cruz al destete, ganancia de peso total, ganancia de peso diario y consumo de concentrado, hasta el día 57 de vida. En las variables, ganancia diaria de peso total; existió diferencia estadística P <0.05 a favor del T2. Al aumentar la cantidad de leche el desarrollo de las becerras se incrementa.

ABSTRACT

The present investigation had as objective to evaluate different feeding system in Holstein dairy calves supplying pasteurized milk. 40 Holstein breed calves were used since the birth and were randomly included in 1 of 2 treatments: T1 = two milk feeds (3 L am and 3 L pm) were supplied until day 57 of life. T2: two milk feeds (4 L am and 4 L pm) until the 45th day of life. The parameters evaluated were: weight at birth, weight at weaning, height at withers at birth, height at withers at weaning, total weight gain, daily weight gain, and concentrate consumption, up to day 57 of life. In the variables of total and daily weight gain, there was a statistical difference P <0.05 in favor of T2. As the amount of milk increases, calf development increases.

INTRODUCCIÓN

La crianza de reemplazos presenta numerosos retos que pudieran impactar negativamente su desempeño si no se manejan adecuadamente, sin embargo también se presentan oportunidades para mejorar el desempeño del animal y disminuir los costos de recría si se saben aprovechar (Belloso, 2005). La implementación de programas para la alimentación de becerras es una de las vías para lograr mayor eficiencia en la producción lechera, ya que en la etapa pre-destete se utilizan cantidades reducidas de leche o sustitutos de leche durante un corto período de tiempo. Desde la primera semana de vida, es necesario el consumo de concentrado iniciador para que la becerra obtenga el desarrollo adecuado del rumen y, por consiguiente, un mejor comportamiento durante el crecimiento (Saucedo *et al*., 2005).

Establecer y satisfacer los requerimientos de los animales de la mejor forma posible, repercutirá significativamente sobre el bienestar y productividad de los mismos. El primer requerimiento de un animal es por energía, excepto por el agua. La proteína es el segundo componente nutricional más importante de la dieta y regularmente recibe la mayor atención ya que es el componente más caro de la ración para la becerra (Elizondo-Salazar, 2013).

Uno de los principales objetivos de la alimentación temprana es maximizar el desarrollo del rumen, para alcanzar la capacidad de utilizar y aprovechar los forrajes complementados con el alimento balanceado. Para alcanzar dicho desarrollo, el tracto gastrointestinal y específicamente el rumen, debe sufrir una serie de cambios anatómicos y fisiológicos que son estimulados o acelerados por el tipo de dieta (Castro-Flores y Elizondo-Salazar, 2012). Por otro lado, la respuesta que se obtiene en la crianza del animal, guarda estrecha relación con el tipo y cantidad de alimento lácteo ofrecido. Así, se conocen resultados del uso de diferentes formas de suministro y cantidades de alimento lácteo con resultados satisfactorios en todos los casos, en dependencia de la cantidad y calidad del alimento ofrecido, tanto el lácteo, como el pienso seco complementario (Garzón, 2008), El objetivo del presente estudio fue evaluar diferente sistema de alimentación en becerras lecheras Holstein suministrando leche pasteurizada.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó del 01 de enero al 30 de marzo del 2019, en un establo del municipio de Francisco I. Madero en el Estado de Coahuila; éste se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura de 1100 msnm, entre los paralelos 26° 17’

y 26° 38’ de latitud norte y los meridianos 103° 18’ y 103° 10’ de longitud oeste (INEGI 2009).

Para observar el desarrollo se seleccionaron 40 becerras de manera aleatoria, las cuales fueron separadas de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de madera previamente lavadas y desinfectadas. Los tratamientos quedaron como sigue: T1=57 y T2=45 días en leche respectivamente. A las becerras del T1 se les suministraron 6 L de leche: 3 en la mañana y 3 en la tarde hasta el día 50 de vida, del 51 al 57 se alimentaron con 3 L por la mañana. Al T2: 4 L por la mañana y 4 L por la tarde hasta el día 45 de vida. La primera toma de calostro (2 L•toma) tuvo lugar dentro de las 3 h después del nacimiento, posteriormente se les proporcionó una segunda 6 h posteriores a la primera. Las becerras se alimentaron con leche pasteurizada. Se les ofreció agua a libre acceso a partir del segundo día de vida, el concentrado iniciador se suministró diariamente por la mañana y de ser necesario por la tarde.

El peso de las crías fue medido en una báscula electrónica digital (L-EQ 400 Torrey ®). Para determinar el consumo de concentrado se utilizó una báscula electrónica digital (L-EQ 5 Torrey ®), el consumo del alimento (Cuadro 1) se midió a partir del día 3 de vida de los animales. Las variables evaluadas para el desarrollo de las crías fueron: peso y altura al nacimiento y destete, consumo de concentrado. Cada tratamiento constó de 20 repeticiones considerando a cada becerra como una unidad experimental.

Cuadro 1. Ingredientes del concentrado iniciador utilizado en la alimentación de las becerras.

Ingrediente		%
Humedad	Max.	13
Proteína Cruda	Min.	21.50
Grasa Cruda	Min.	3.00
Fibra Cruda	Max.	8.00
Cenizas	Max.	7.00

El análisis estadístico para estimar el crecimiento de las becerras y el consumo de concentrado iniciador se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias, se realizó mediante la prueba de Tukey. Se utilizó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística. Los análisis se ejecutaron utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en relación a la ganancia de peso (Cuadro 2), mostraron diferencia significativa (P<0.05) a favor del T2. En la etapa de lactancia el animal es esencialmente monogástrico por lo que depende del alimento líquido para sobrevivir, no obstante, es conveniente inducirlo a la ingestión temprana de alimento, para prepararlo para el destete. En relación a la dieta líquida, se prefiere la leche entera sobre los sustitutos de leche ya que es la fuente más natural y completa de nutrientes (Gasque, 2008). Sin embargo Van Amburgh investigó el consumo de sustitutos de leche preparados comercialmente con niveles de proteína que se aproximan a los que se encuentran en la leche entera (Hibma, 2012).

Cuadro 2. Parámetros de crecimiento en becerras lactantes bajo dos sistemas de alimentación

Variable	T1	T2	Significancia
Peso al nacimiento (Kg)	39	36	(P<0.05)
Peso al destete (Kg)	72.4	71.3	(P>0.05)
Altura a la cruz al nacimiento (cm)	75	75.3	(P>0.05)
Altura a la cruz al destete (cm)	87	86.8	(P>0.05)
Ganancia de peso total (Kg)	33.5	35.3	(P<0.05)
Ganancia de peso diario (Kg)	0.587	0.618	(P<0.05)

En un experimento llevado a cabo en el Valle de Mexicali, B. C. (Saucedo *et al*. 2005), se comparó el impacto económico entre dos sustitutos de leche de diferente procedencia con el consumo de leche entera en 40 becerras Holstein. Los tratamientos asignados al azar correspondían a: A) 4 L de leche entera por día; B) 4 L de sustituto de leche de fabricación nacional por día; C) 4 L de sustituto de leche importado por día. Los resultados obtenidos fueron una mayor ganancia de peso en el grupo A, con respecto al grupo B y C. El costo de alimentación liquida fue 41.91% más económica en el grupo B que en el A, y 18.39% más económico en el B, con respecto al C. Estos resultados sugieren que el sistema de alimentación con base en leche entera fue mejor en cuanto a ganancia de peso. Sin embargo, el sustituto de leche de fabricación nacional resulto ser más económico.

En cuanto a la información registrada sobre el consumo de alimento (Figuras 1 y 2) durante el periodo experimental según los resultados, los animales que tomaron mayor cantidad de dieta líquida presentaron mayor consumo de concentrado iniciador; resultados contrarios obtuvieron Elizondo-Salazar y Sánchez-Álvarez (2012), donde a un grupo de becerras (8 becerras y 2 becerros de raza Holstein) se les ofreció una dieta líquida en forma restringida en 2 tomas diarias (2L am y 2L pm) en el caso de T1 y en el T2 se le suministró a los animales una dieta líquida de 8 L (4L am y 4L pm), en dicho estudio las becerras del T2 presentaron menor consumo de alimento balanceado, disminuido desarrollo del rumen y del crecimiento de sus papilas. Esta situación permite analizar que animales que consumen mayor cantidad de dieta líquida demuestran satisfecha su alimentación, por lo que no experimentan la necesidad de consumir alimento balanceado en mayor proporción.

Sin embargo los resultados que obtuvimos en este experimento en el T2 con un consumo superando así los resultados reportados por Alfani *et al*. (1996) Donde utilizaron diferentes edades al destete (6, 8 y 10 semanas) en 142 becerras, donde el consumo de concentrado y heno al destete mencionado y a los 90 kg aproximados de peso no fue afectado por la edad al destete, obteniendo consumos de: 0.719 (1.7% de peso vivo), 1.288 (2.6% del peso vivo) y 0.930 (1.5%) del peso vivo respectivamente.

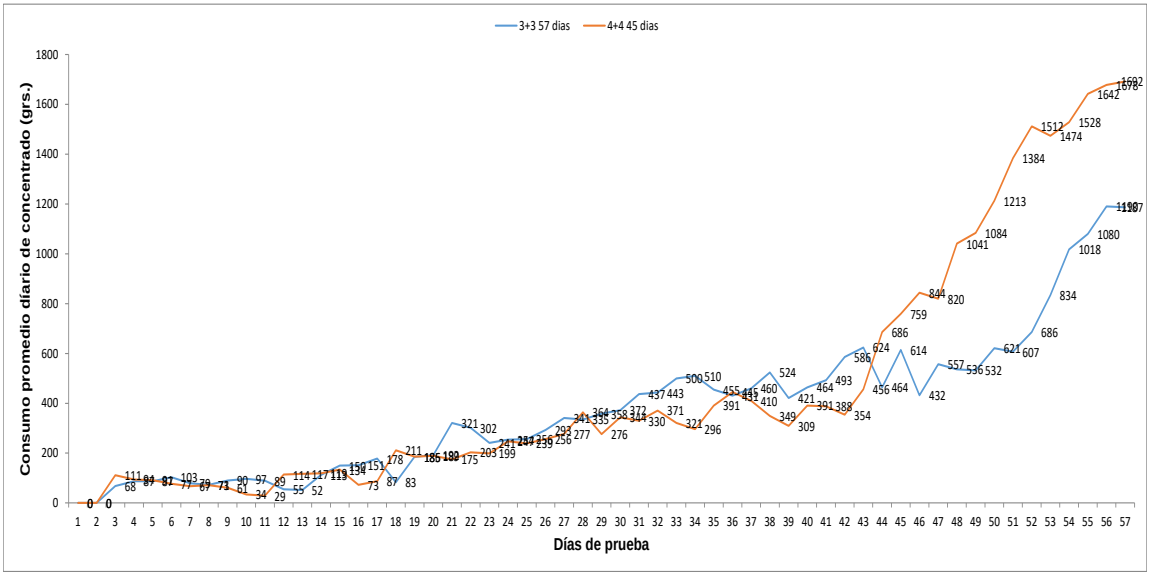


Figura 1. Consumo promedio de alimento de becerras con diferente sistema de alimentación.

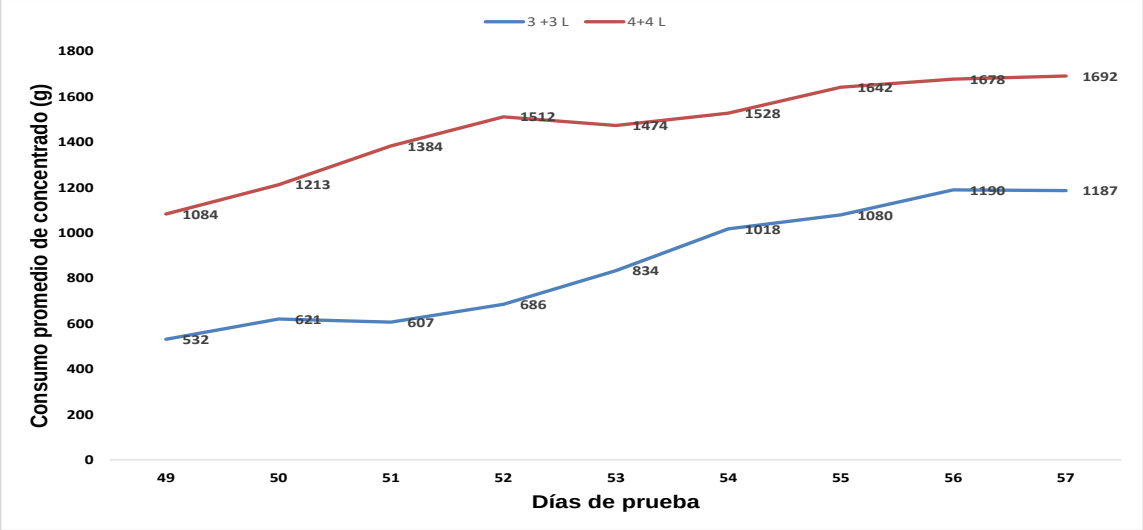


Figura 2. Consumo promedio de alimento de becerras con diferente sistema de alimentación durante los últimos nueve días de lactancia.

La implementación de programas para la alimentación de becerras es una de las vías para lograr mayor eficiencia en la producción lechera, ya que en la etapa de predestete se utilizan cantidades reducidas de leche o sustitutos de leche durante un corto periodo de tiempo (Plaza *et al*., 1986).

CONCLUSIONES

Respecto a los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye que a los animales a los cuales se les suministró mayor cantidad de leche consumieron mayor cantidad de concentrado iniciador. Resultado de mayor consumo de leche y concentrado se observó un efecto positivo en el desarrollo de las crías. Por lo que se recomienda realizar estudios complementarios para determinar el efecto del suministro de cantidades superiores de leche sobre el consumo de concentrado, además de prolongar la duración de los estudios hasta después del destete.

REFERENCIAS

Belloso, V. T. I. 2005. Cría y desarrollo de vaquillas lecheras. DIGAL. Día Internacional del Ganadero Lechero. Delicias, Chihuahua, México.

Castro-Flores, P., y Elizondo-Salazar, J. A. 2012. Crecimiento y desarrollo ruminal en terneros alimentados con iniciador sometido a diferentes procesos Agronomía Mesoamericana. 23(2):343-352.

Elizondo-Salazar, J. A., y Sánchez-Álvarez, M. 2012. Efecto del consumo de dieta líquida y alimento balanceado sobre el crecimiento y desarrollo ruminal en terneras de lechería. Agronomía Costarricense 36(2):81-90.

Elizondo-Salazar, J. A. 2013. Requerimientos de Proteína para Terneras de Lechería. Nota Técnica Nutrición Animal Tropical 7(1): 40-50.

Garzón, Q.B. 2008. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Agraria de la Habana

Gasque, G.R. 2008. Enciclopedia bovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM. Cría de becerras lecheras. Primera Edición. Cap. 3. Pp. 46-49.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Francisco I. Madero, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadistica 05009.

Plaza, J. 1986. Utilización de Yogurt y lactocrema en la alimentación de becerros. ACPA. 4-38.

Saucedo J.S., Avendaño, L., Álvarez, F.D., Rentería, T.B., Moreno, J.F. y Montaño, M.F. 2005. Comparación de dos sustitutos de leche en la crianza de becerras Holstein en el Valle de Mexicali, B. C. Rev. Cubana de Cienc. Agríc. 39 (2), 2-3

Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R.W. y Van M.E.A. 2012. preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. J. Dairy Sci. 95:783-793.

CRECIMIENTO DEL PASTO ESTRELLA DE ÁFRICA DURANTE LAS TRES ÉPOCAS DEL AÑO EN TABASCO, MÉXICO

ESTRELLA DE ÁFRICA GRASS GROWTH DURING THREE TIMES OF THE YEAR IN TABASCO, MEXICO

Lorenzo Granados-Zurita[1], Sandra Patricia Maciel-Torres[2], Manuela Margarita Jiménez-Ortiz[3], Jorge Quiroz-Valiente[1], Lorenzo Danilo Granados-Rivera[2*]

[1]Campo Experimental Huimanguillo, CIRGOC-INIFAP. [2]Campo Experimental General Terán, CIRNE-INIFAP. [3]Unidad Académica, Villahermosa-ECOSUR. granados.danilo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se evaluó el crecimiento y la calidad del pasto Estrella de África a través del año en tres épocas agroclimáticas: sequia, lluvia y norte en el estado de Tabasco. Las edades de muestreo fueron 28, 42, 56, 70 y 84 días. Las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado, molidas y enviadas para su análisis bromatológico al Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal del INIFAP. La producción de forraje verde y contenido de materia orgánica fueron mayores (P≤0.01) en la época de lluvia comparada con norte y seca. Conforme aumentó la edad del pasto bajo la digestibilidad *in vitro* de la MS (68.22%, 28 días; 64.25%, 42 días; 63.76%, 56 días; 63.74%, 70 días; 58.92%, 84 días). Asimismo, el contenido de proteína se modificó (P≤0.01) en función al cambio de edad del pasto (10.34%, 28 días; 8.34%, 42 días; 8.04%, 56 días; 7.75%, 70 días; 5.79%, 84 días). Se concluye que la mejor edad de cosecha del pasto Estrella de África en el estado de Tabasco es a los 28 días de edad.

ABSTRACT

The growth and quality of the Estrella de África grass were evaluated throughout the year in three agroclimatic seasons: drought, rain and north in the state of Tabasco. The sampling ages were 28, 42, 56, 70 and 84 days. The samples were dried in a forced air oven, ground and sent for their bromatological analysis to the National Center for Disciplinary Research in Physiology and Animal Improvement of the INIFAP. The green forage production and organic matter content were higher (P≤0.01) in the rainy season compared to the north and dry season. As the age of the grass increased under the in vitro digestibility of DM (68.22%, 28 days; 64.25%, 42 days; 63.76%, 56 days; 63.74%, 70 days; 58.92%, 84 days). Likewise, the protein content was modified (P≤0.01) according to the change in age of the pasture

(10.34%, 28 days; 8.34%, 42 days; 8.04%, 56 days; 7.75%, 70 days; 5.79%, 84 days). It is concluded that the best harvest age for Estrella de África grass in the state of Tabasco is 28 days old.

INTRODUCCIÓN

El pasto Estrella de África es una gramínea perenne, de crecimiento rastrero, con largos y fuertes estolones que pueden alcanzar más de tres metros de longitud, enraízan en los nudos formando una cubierta muy densa; se lignifica durante la época de seca e incluso llega a entrar en latencia en este periodo. Las gramíneas forrajeras poseen amplio rango de adaptación, ya que pueden crecer en diversos tipos de suelos, pero sus necesidades nutrimentales difieren significativamente entre especies, dicho pasto se establece en suelos con baja fertilidad, pero si no es fertilizada su persistencia se verá limitada en algunas épocas del año (Enríquez y Bolaños, 1999).

En relación a las condiciones climáticas tenemos a la **é**poca de seca que comprende los meses de marzo, abril, mayo y en algunas ocasiones la primera quincena de junio, en esta época se presentan altas temperaturas, intensa radiación solar, baja precipitación pluvial que presenta entre 9 y 14% del total anual. Otra **é**poca es la de lluvia que a**barca** de junio a octubre. En este periodo las temperaturas tienden a ser menos cálidas, esto es causado por el efecto termorregulador de las altas y continuas precipitaciones; así como la presencia de nubes. Finalmente, **la é**poca de norte es de noviembre a febrero, esta temporada se caracteriza por la alta nubosidad, baja temperaturas, escasas radiación y frecuentes y prolongadas precipitaciones, la lluvia que cae en estos meses es de 25 al 27% del total anual. Dado las condiciones agroclimáticas contrastantes entre las épocas del año es de esperar que el crecimiento de los pastos sea diferenciado entre épocas. Con base en ello, el presente estudio tuvo el objetivo de determinar el crecimiento y calidad nutrimental del pasto Estrella de África durante la época de lluvia, norte y seca a diferentes edades de cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fase de campo se realizó en la ranchería Paso y Playa, ubicada en la carretera federal Cárdenas – Huimanguillo en el estado de Tabasco, que se ubica en los paralelos 17º19' latitud y 93º 23' de longitud oeste, se caracteriza por sus terrenos planos en áreas de depresión, la cabecera municipal está a 10 msnm, siendo esta la altura promedio del municipio de Huimanguillo, Tabasco. El estudio se llevó a cabo en una pradera de aproximadamente una hectárea cultivada con pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). En el área útil de muestreo se distribuyeron aleatoriamente las edades de muestreo de 28, 42, 56, 70 y 84 días. El experimento se realizó durante un año,

considerando las tres épocas climáticas típicas en el estado de Tabasco. Se seleccionaron dos áreas de 2.5 x 2.5 m^2 dentro de la pradera que se dividieron en nueve partes de 0.50 x 0.50 m^2, cada una, dejando un espacio de 0.50 m de margen en la orilla se utilizaron únicamente cinco espacios, de esta manera se considera como área útil de 1.5 x 1.5 m^2, para controlar el efecto de la orilla. Las muestras se cortaron en un área de 0.5 x 0.5 m^2, de acuerdo a las diferentes edades de corte. Estas fueron pesadas y secadas en estufa de aire forzado, posteriormente molidas y enviadas para su análisis al Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal del INIFAP, ubicado en la ranchería Ajuchitlán, del municipio de Colón, estado de Querétaro. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 5. Se consideraron tres épocas del año (Nortes, Sequia y Lluvias) y cinco edades de corte (28, 42, 56, 70 y 84 días) como factores, con dos repeticiones. En las variables se consideró el rendimiento de forraje fresco, forraje seco, materia seca, materia orgánica, contenido de cenizas, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la MS. Para la evaluación estadística se utilizó el análisis de varianza a través del procedimiento GLM (SAS, 2007). La comparación de medias se realizó por la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información obtenida confirma que el pasto Estrella de África se comporta de manera similar a otras gramíneas tropicales, con producción sobresaliente en la época de lluvia (P≤0.01). Para la variable materia seca el contenido de ésta fue menor en la época de lluvia y norte (P≤0.01), respecto a sequía (Cuadro 1). La materia orgánica es otra variable agronómica evaluada que indicó el mejor contenido en las épocas de lluvia y norte (P≤0.01). En tanto para forraje verde lluvias fue diferente (P≤0.01) de sequía y norte respectivamente. La cantidad y calidad de los pastos tropicales depende de diferentes factores, los cuales pueden ser inherentes al ambiente o a la especie (Lemaire *et al*., 2000), en este mismo punto, la lignificación del forraje disminuye el contenido de energía por unidad de volumen (Cacho, 1993). La edad de rebrote, la fertilización y sus interacciones influyeron en todas las variables en estudio, tanto en la época de seca como en la de lluvia.

Cuadro 1.- Crecimiento del pasto estrella de África considerando diferentes variables de respuestas en tres épocas del año en la Chontalpa, Tabasco.

Época	Forraje Verde	Forraje Seco	Materia Seca	Materia Orgánica
Sequia	5851.3 ^{b}	1990.5^{a}	95.00^{a}	90.12^{b}
Nortes	5851.5 ^{b}	2213.0^{a}	93.39^{b}	90.37^{ab}
Lluvias	10041.8 ^{a}	2649.8^{a}	94.03^{b}	91.51^{a}

Letras diferentes entre filas indican diferencia (P≤0.01).

En el cuadro 2, se muestra el crecimiento del pasto a diferentes edades de corte en tres periodos del año, a la edad de corte de 70 y 84 días mostraron un incremento (P≤0.01) de 2.46 veces más respecto a los 28 días que fue el nivel de producción más bajo, mientras que la variable de forraje seco se vio incrementado de manera significativa (P≤0.01) de 3.41 veces respecto de los 28 días. En términos generales se observó un incremento lineal de la producción de forraje seco conforme aumento la edad de corte. En tanto que las variables materia seca y materia orgánica no se encontró diferencia (P≥0.05).

Cuadro 2.- Crecimiento del pasto estrella de África considerando diferentes variables de respuestas y edades de corte en tres épocas del año en la Chontalpa, Tabasco.

Edad de corte	Forraje Verde	Forraje Seco	Materia Seca	Materia Orgánica
28	4729^{c}	1226.6^{c}	93.94^{a}	90.35^{a}
42	6016^{cb}	1844.3^{bc}	94.22^{a}	91.07^{a}
56	9307^{ab}	2988.7^{ab}	94.11^{a}	90.93^{a}
70	10823^{a}	3731.3^{a}	94.37^{a}	89.93^{a}
84	11648^{a}	4187.1^{a}	94.41^{a}	91.29^{a}

* Letras diferentes entre filas indican diferencia (P≤0.01)

Vera *et al.* (2019) mencionan que la producción de materia seca fue significativa ($p < 0,01$) e influenciada por las frecuencias de corte, los niveles de nitrógeno y su respectiva interacción para este caso los niveles de 150 y 200 kg N ha^{-1} obtuvieron el mayor rendimiento. La producción de materia seca anual depende del tipo de gramínea y de suelo, además del régimen de lluvias (Murphy, 2010).

La calidad del forraje varía de acuerdo con la edad de cosecha del material (Cuadro 3), lo cual es notable en la digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) (P≤0.01) apreciando que conforme el pasto madura disminuye la DIVMS. La proteína cruda mostró cambios durante las diferentes edades de corte (P≤0.01) con una tendencia similar a la DIVMS de un excelente contenido de proteína a edades tempranas que disminuye conforme pasa el tiempo. Jiménez *et al.* (2018) indican que el manejo de la edad de rebrote y la aplicación de fertilizante en los pastos incrementan la calidad nutritiva de los mismos.

Cuadro 3.- Calidad nutritiva del pasto estrella de África considerando diferentes variables y edades de cortes de respuestas en tres épocas del año en la Chontalpa, Tabasco.

Edad de corte	Cenizas	DIVMS	Proteína Cruda
28	9.41[a]	68.22[a]	10.34[a]
42	8.92[a]	64.25[ab]	8.38[ab]
56	9.06[a]	63.76[ab]	8.04[ab]
70	10.06[a]	63.74[ab]	7.75[ab]
84	8.70[a]	58.92[b]	5.79[b]

Letras diferentes entre filas indican diferencia (P≤0.01)

Mijares *et al. (*2003), reportan datos de producción en Estrella de África por hectárea promedio de 5,312 kg materia seca (MS); proteína cruda (PC), 6.8 %; fibra detergente neutro (FDN), 74.0 %; fibra detergente acido (FDA), 51.9 %; y digestibilidad in situ 38.5 %. En tanto Jiménez *et al.* (2018) trabajando con *B. Decumbens, B. humícola* y P*ánicum máximun* indican que el contenido de PC y DIVMS fueron mayores a la edad de rebrote más temprana y con fertilización 150-60-00,

CONCLUSIÓN

El pasto Estrella de África tiene un crecimiento lineal en función de la edad de corte. Sin embargo, la calidad es inversamente proporcional a la edad, por lo que el punto de equilibrio entre producción y calidad se encuentra entre 28 y 42 días.

REFERENCIAS

Cacho, O. J**.** 1993. A practical equation for pasture growth under grazing. *Grassand forage science*, 48 (1) 387 – 394.

Enríquez, Q.J.F. y Bolaños E.D.A. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forraje tropical en México. INIFAP Papaloapan, Veracruz, México 262p.

Jiménez O.M.M., Granados R.L.D., Granados Z.L., Quiroz V.J., Barrón A.M. (2018). Edad de rebrote y fertilización en sequía y lluvia en la composición Nutricional de tres especies de pastos tropicales. XXX reunión científica tecnológica forestal y agropecuaria tabasco 2018. Y VII simposio internacional en producción agroalimentaria tropical 8-9 de noviembre, Villahermosa, Tabasco, México

Lemaire G., Hodgson J., de Moraes A., Carvalho P.C.F., Nabinger C. 2000. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Cambridge (UK): Commonwealth Agricultural Bureau International.

Mijares L., Hernández-Mendo O., Mendoza-Martínez G., Vargas-Villamil L., Aranda-Ibáñez E. 2003. Cambio de peso de toretes en pastoreo en el trópico: respuesta a suplementación con bloque multinutricionales*. Universidad y Ciencia*, 28(1):39-49.

Murphy. S. R. 2010. Tropical perennial grasses – root depths, growth and wateruse efficiency. Industry & Investment. Junio 2019. Disponible en URL: http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/343695/Tropical perennialgrasses-root-depths-growth-and-water-use-efficiency.pdf

Vera A.D., Cedeño G.G., Cedeño G.G., Cargua C.H.J., Garay L.M. 2019. Eficiencia agronómica de nitrógeno y producción de *cynodon plectostachyus* (k. schum.) pilg. en función de dos frecuencias de corte. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 35 (3): 251 – 260.

DIAGNÓSTICO DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL CONTEXTO DE LA ACTIVIDAD PECUARIA EN BAJA CALIFORNIA SUR

DIAGNOSIS OF NATURAL RESOURCES IN THE CONTEXT OF LIVESTOCK PRODUCTION IN BAJA CALIFORNIA SUR

Hernández-Martínez L.A.[1], Medina-Córdova N.[1], Avalos-Castro, R.[1], Ramos-Cruz, C.M.[2] y Cabada-Tavares, C.A.[1]

[1]Campo Experimental Todos Santos, CIRNO, INIFAP, Agricultura s/n, Col. Emiliano Zapata, 23070 La Paz, BCS. [2]Campo Experimental General Terán-INIFAP, Km 31. Carretera Montemorelos-China. C.P. 67400. General Terán, NL.

RESUMEN

La ganadería extensiva es una de las actividades de subsistencia tradicionales del noroeste de México. Sin embargo, también es una de las menos reguladas en el uso del agostadero, a tal grado que en la actualidad la falta de ordenamiento en esta actividad ha puesto en riesgo la permanencia física de los recursos naturales. Considerando la relevancia de esta actividad en Baja California Sur, este estudio evalúa el panorama de los recursos vegetación, suelo y agua partiendo de los datos oficiales disponibles en la actualidad, asociando la localización geográfica de las unidades de producción de ganado bovino y caprino con las capas temáticas de uso de suelo y vegetación, degradación del suelo y balance de agua superficial y subterránea. Los resultados muestran al matorral sarcocaule como el tipo de vegetación que concentra el mayor número de unidades de producción (44 %). La presencia del 12 % y 7 % de las unidades de producción de bovinos y caprinos, respectivamente, en suelos degradados por diversas causas y la evidente presión que existe en relación con la disponibilidad de agua subterránea que, si bien, no se encuentra relacionada con el aprovechamiento de esta actividad, si representa un factor limitante para su desarrollo. Los resultados de este diagnóstico resultan sumamente informativos para sentar las bases de futuros estudios que aborden los retos de la producción pecuaria de forma más localizada.

ABSTRACT

Extensive livestock farming is one of the traditional subsistence activities of northwestern Mexico. However, it is also one of the least regulated in the use of the rangeland. The lack of regulation in this activity has put the physical permanence of natural resources at risk. Considering the relevance of this activity in Baja California Sur, this study evaluates the

outlook of vegetation, soil and water resources based on the official data currently available, associating the geographical location of the bovine and goat production units with the thematic layers of land use and vegetation, soil degradation, and surface and groundwater balance. The results show the sarcocaule scrub as the type of vegetation that concentrates the largest number of production units (44 %). The presence of 12 % and 7 % of the bovine and goat production units, respectively, in degraded soils due to various causes, as well as the evident pressure that exists in relation to the availability of groundwater, which, although not related to the use of this activity, if it represents a limiting factor in its development. The results of this diagnosis are highly informative to lay the foundations for future studies that address the challenges of livestock production in a local way.

INTRODUCCION

La ganadería extensiva es una de las actividades de subsistencia tradicionales del noroeste de México. Sin embargo, también es una de las menos reguladas sobre todo en lo que respecta a la utilización del agostadero, a tal grado que en la actualidad la falta de ordenamiento en esta actividad ha puesto en riesgo la permanencia física de los recursos naturales (Tenorio *et al.*, 2019). El abuso continuo de los agostaderos, con carga animal por encima de la recomendada y con carencia de planeación para proteger los procesos naturales de mantenimiento y repoblación vegetal, ha causado el deterioro de la diversidad de plantas, ocasionando la desaparición de especies forrajeras deseables para el ganado, la disminución de su vigor, así como la compactación y erosión del suelo (Alcalá-Galván *et al.*, 2018). Considerando la relevancia de esta actividad en Baja California Sur (BCS), y las necesidades de conocimiento científico y técnico que promueva mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales (Chávez *et al*., 2000), este estudio evalúa el panorama de los recursos vegetación, suelo y agua partiendo de los datos oficiales disponibles en la actualidad, asociando la localización geográfica de las unidades de producción de ganado bovino y caprino con las capas temáticas concernientes a dichos recursos. A través de este análisis, se generó un diagnóstico general que permite conocer la situación actual y orientar futuros estudios dirigidos a resolver las problemáticas de esta actividad productiva en el Estado.

MATERIALES Y METODOS

Con el objetivo de caracterizar espacialmente el entorno en el que se desarrollan las actividades pecuarias en el estado de BCS, en este estudio se presentan los resultados del

análisis de la serie 6 de Uso de Suelo y Vegetación (INEGI, 2017), la cartografía de degradación del suelo (SEMARNAT, 2004) y los balances de agua superficial y subterránea (CONAGUA, 2018). Los datos vectoriales se procesaron utilizando el software libre QGIS 3.8.0. Inicialmente se extrajeron los datos estatales utilizando el marco geoestadístico (INEGI, 2018) y una vez acotada la información para BCS, se calculó la superficie para las categorías asociadas con las capas temáticas. Posteriormente, se exportó la tabla de atributos en formato .TXT, con el objetivo de visualizarla en el programa Excel, donde se procesó la información para calcular la suma de los polígonos de las diferentes categorías. Así mismo, se asociaron las capas temáticas con los registros georreferenciados de unidades de producción pecuaria (UPP) de bovinos y caprinos reportadas en la serie 6 de USV.

RESULTADOS Y DISCUSION

Vegetación. Los resultados de este análisis, reflejan el predominio del matorral sarcocaule que ocupa más de 3 millones de hectáreas, equivalente a 45.31 % de la superficie estatal, seguido del matorral sarco-crasicaule, con 21.05 %. En conjunto, estos dos tipos de matorral alcanzan el 66.36 % del territorio de BCS (Figura 1). Las UPP se concentran principalmente en la vegetación de tipo matorral sarcocaule, con 44 % (68 aprovechamientos). En segundo término, se encuentran los matorrales sarco-crasicaule y sarco-crasicaule de neblina, con 13 % cada uno (21 aprovechamientos). Seguido de estos, se ubican la selva baja caducifolia y el uso agrícola, con 8 y 6 %, respectivamente. Este análisis muestra al matorral sarcocaule como el tipo de vegetación que concentra el mayor número de unidades de producción y, por lo tanto, el más importante en términos de manejo y conservación. Considerando que el 45 % del territorio estatal presenta este tipo de vegetación, este resultado podría ser predecible, no obstante, el análisis espacial de la información, puede ser un punto de partida para estudios futuros con escala local.

Degradación del suelo. La degradación del suelo representa una problemática que ha ganado importancia en los últimos años al valorizarse como un recurso primordial para la productividad primaria de los ecosistemas y de toda actividad productiva en los sectores agrícola, pecuario y forestal. En BCS se presentan suelos degradados en todo su territorio, pero con más amplia distribución al centro del Estado, en el municipio de Comondú, asociados principalmente con la actividad agrícola intensiva del Valle de Santo Domingo (Figura 1). Para valorar esta problemática asociada con la UPP, también se evaluó su sobre-posición con los polígonos de degradación del suelo, observándose que el 12 % de

las UPP de bovinos se encuentra en suelos degradados: por actividades agrícolas (4 %), por la urbanización (4 %) y por el sobrepastoreo (4 %). A su vez, el 7 % de las UPP de caprinos se localiza en suelos degradados por la urbanización. Es importante mencionar que algunas de las UPP que se desarrollan en estas áreas degradadas ya sean bovinos y caprinos, se encuentran estabulados o semi-estabulados y su alimentación se basa de la producción de forrajes o en pastoreo sobre áreas agrícolas alimentándose principalmente de esquilmos. Los tipos de degradación asociados con estas UPP se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tipos de degradación del suelo y la proporción de UPP localizadas en ellos.

Tipo	**BO (%)**	**CA (%)**
Degradación física por pérdida de la función productiva.	4	7.6
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica.	5	0
Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento.	3	0
Sin degradación.	88	92.4
TOTAL	100	100

BO= Bovino, CA=Caprino.

Recursos hídricos. Resulta evidente que la escasez de precipitaciones es un elemento característico de BCS, que la colocan como la entidad con menor cantidad de lluvia anual en México (Figura 2). Sin embargo, la dinámica de las UPP de bovinos y caprinos presume adaptación y resistencia a esta condición, de ahí que se mantengan como una de las principales actividades productivas del Estado. Irónicamente, esta condición de limitada precipitación pluvial, se adiciona a las condiciones orográficas del territorio peninsular que favorece su rápido escurrimiento hacía aguas oceánicas, lo cual, sumado a la escases de obras de captación, restringe el aprovechamiento de las corrientes generando un falso panorama de disponibilidad de aguas superficiales ilustrado en la Figura 1. En este escenario, resultan más adecuados los balances de agua subterránea pera ilustrar la poca disponibilidad de agua en el Estado (Figura 3), situación que se refleja en la presencia de UPP de bovinos y caprinos predominantemente en acuíferos sin disponibilidad (Cuadro 2).

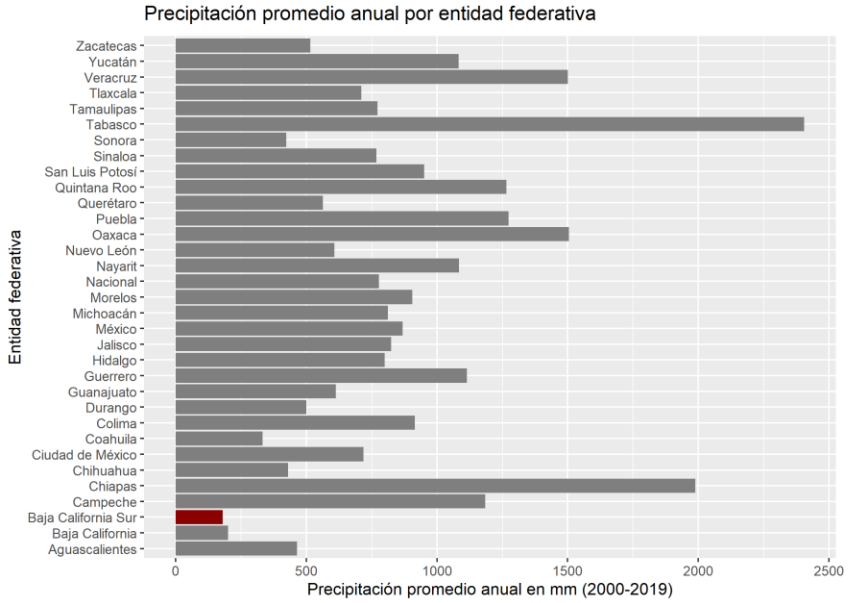


Figura 2. Precipitación promedio anual en milímetros por entidad federativa.

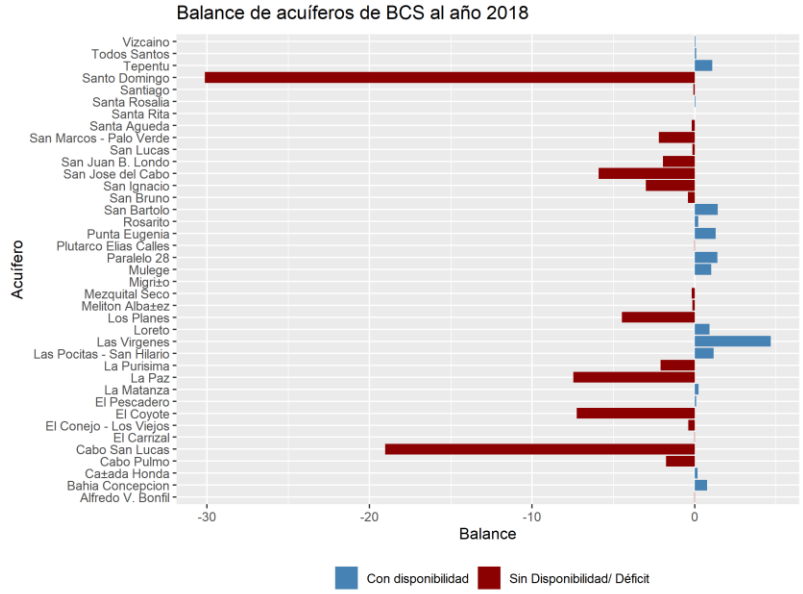


Figura 3. Balance de acuíferos en BCS. Cifras en Millones de m^3.

Cuadro 2. Porcentaje de UPP localizadas en acuíferos con y sin disponibilidad.

UPP	**Con disponibilidad (%)**	**Sin disponibilidad (%)**	**TOTAL**
BO	33 %	67 %	100 %
CA	46 %	54 %	100 %

BO= Bovino, CA=Caprino.

Si bien, el panorama respecto a la falta de disponibilidad de agua subterránea en el Estado es casi general, es posible destacar los acuíferos de Santo Domingo y Cabo San Lucas, que presentan un nivel de déficit más elevado que el resto con 30 Mm^3 en el caso del primero y casi 20 Mm^3 en el segundo.

Para generar un panorama más claro respecto al uso del agua en los diferentes acuíferos del Estado, sería necesario evaluar los diferentes usuarios y sus volúmenes concesionados, sin embargo, al ser evidente que la ganadería extensiva no contribuye con esta problemática, se planteó innecesario realizar dicho análisis en el marco del presente estudio. No obstante, es necesario reconocer la escasez de este recurso como una limitante de relevancia para la producción pecuaria que enfrenta retos que difícilmente podrá superar a partir de la extracción de agua subterránea, limitando las expectativas de crecimiento en este sector.

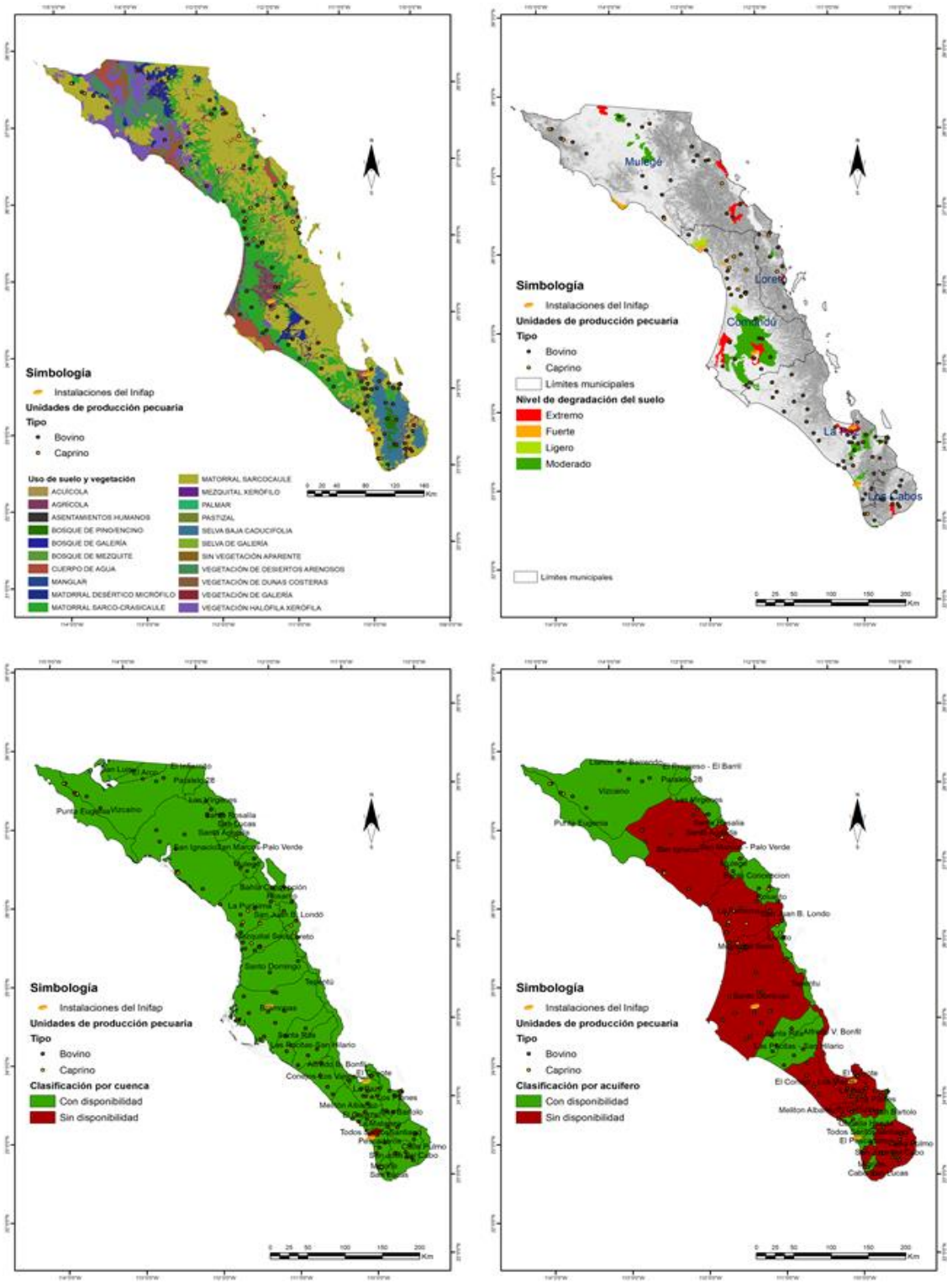


Figura 1. Localización de las UPP asociadas con las capas temáticas de uso de suelo y vegetación (superior izquierda), degradación del suelo (superior derecha), disponibilidad de agua superficial (inferior izquierda) y disponibilidad de agua subterránea.

CONCLUSIONES

Los resultados de este diagnóstico resultan sumamente informativos para sentar las bases de futuros estudios que aborden los retos de la producción pecuaria de forma más localizada y a partir de otros métodos que contemplen el establecimiento de unidades o predios experimentales que permitan monitorear la degradación de la vegetación y el suelo por el sobrepastoreo.

REFERENCIAS

Alcalá-Galván, C. H., Barraza-Guardado, R. H., Álvarez, F. A., y Rueda-Puente, E. O. (2018). Uso sustentable de agostaderos y el sistema vaca-cría en el Noroeste de México. Agronomía Mesoamericana, 29(2), 433-447.

Chávez, S. A. H., Pérez, G. A. y Sánchez, G. E. (2000). Intensidad de pastoreo y esquema de utilización en la selección de la dieta del ganado bovino durante la sequía. Téc. Pec. Méx. 38(1): 19-34.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2018). Disponibilidad de aguas subterráneas para el estado de Baja California Sur. Recuperado en julio del año 2020 de: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/BajaCaliforniaSur/bcs.html.

Tenorio, D. R., Flores, C. F. A., González, R. C., Roch, F. L., Valenzuela, R. B., y López, C. M. (2019). Aporte nutricional del consumo del ganado bovino en pastoreo. Investigación Científica, 13(1), 7-7.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). Conjunto de Datos Vectoriales de la Cartografía de Uso de suelo y vegetación Serie VI, Escala 1: 250 000 (Continuo Nacional). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. AGS, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). Áreas Geo-estadísticas estatales 1:250,000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. AGS, México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Dirección de Geomática, (2004). 'Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000.', escala: 1:250000. México, Distrito Federal.

FACTORES QUE AFECTAN LA SOBREVIVENCIA DE CORDEROS AL DESTETE EN DOS RAZAS DE PELO

FACTORS THAT AFFECT THE LIVER SURVIVAL TO WEANING IN TWO BREEDS OF HAIR

Murguía-Olmedo, María de la Luz y Rojas-Rodríguez, Octavio

Campo Experimental de Mocochá, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 25 Antigua Carretera Mérida-Motul. Mocochá, Yucatán. CP: 97454.
murguia.maria@inifap.gob.mx

RESUMEN

La producción ovina en nuestro país tiene un gran potencial de desarrollo. La sobrevivencia de las crías, durante la etapa parto-destete debe ser primordial en la crianza ovina. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue conocer los efectos que tienen sobre el peso al nacimiento la raza, tipo de parto, sexo, peso de la madre al parto, peso de la madre al destete, con la sobrevivencia de los corderos de dos razas de ovinos de pelo. Se utilizaron los registros de 465 partos de las razas Blackbelly y Pelibuey. Las madres tuvieron un manejo sanitario completo. Las variables fijas: raza, tipo de parto, sexo de la cría y las variables dependientes: peso al nacer del cordero, peso al destete del cordero, peso al parto de la madre, peso al destete de la madre y tasa de sobrevivencia de los corderos al destete. Los resultados indican que el tipo de parto, presento diferencias, en relación al peso al nacer, peso al destete y tasa de sobrevivencia mostrando que, a mayor número de crías al parto, el peso al nacer disminuye y esta diferencia se mantiene en el peso al destete y en la tasa de sobrevivencia. En cuanto al sexo de las crías, hubo diferencias tanto para peso al nacimiento, como para peso al destete y tasa de sobrevivencia. En cuanto a raza, fue superior la raza Pelibuey en comparación a la raza Blackbelly en peso al nacer, destete y sobrevivencia. Se encontraron diferencias en peso al parto entre borregas de parto simple vs doble con un mayor peso al parto las de parto simple. En cuanto al peso de la madre al destete las diferencias se mostraron entre el parto simple vs parto triple y cuádruple. Las borregas de parto simple perdieron un 58.5% de peso corporal durante la lactancia con respecto a las de partos múltiples. En lo que respecta a raza, hubo diferencias en el peso de las madres al parto. Las madres de la raza Pelibuey son las que presentaron un mayor peso al parto, en un 6.9% más con respecto a las madres de raza Blackbelly. Se concluye que el tipo de parto, sexo y raza influyeron en el peso al nacimiento y esta diferencia se mantuvo en el peso al destete y la sobrevivencia.

ABSTRACT

Sheep production in our country has great potential for development. The survival of the offspring, during the parturition-weaning stage, must be essential in sheep rearing. Therefore, the objective of the present work was to know the effects that breed, type of delivery, sex, mother's weight at delivery, mother's weight at weaning have on birth weight, with the survival of two lambs breeds of hair sheep. The records of 465 calvings of the Blackbelly and Pelibuey breeds were used. The mothers had a complete sanitary management. The fixed variables: breed, calving type, calf sex, and the dependent variables: lamb birth weight, lamb weaning weight, mother calving weight, mother weaning weight and survival rate of the lambs. lambs at weaning. The results indicate that the type of delivery presented differences in relation to birth weight, weaning weight and survival rate, showing that, with a greater number of offspring at delivery, the birth weight decreases and this difference is maintained in the weight at weaning and in the survival rate. Regarding the sex of the pups, there were differences for both birth weight, weaning weight and survival rate. In terms of breed, the Pelibuey breed was superior to the Blackbelly breed in weight at birth, weaning and survival. Differences in calving weight were found between single-calf vs. double calving ewes with a higher calving weight for single calving ewes. Regarding the weight of the mother at weaning, the differences were shown between simple delivery vs triple and quadruple delivery. Ewes from single calving lost 58.5% of body weight during lactation compared to those from multiple calving. Regarding race, there were differences in the weight of the mothers at delivery. The mothers of the Pelibuey breed are the ones that presented a greater weight at birth, 6.9% more than the mothers of the Blackbelly breed. It is concluded that the type of delivery, sex and race influenced the weight at birth and this difference was maintained in the weight at weaning and survival.

INTRODUCCION

La producción ovina en nuestro país tiene un gran potencial de desarrollo, debido a la demanda insatisfecha y al precio de la carne de ovino. Es la actividad productiva más diseminada en el medio rural; se realiza sin excepción en todas las regiones ecológicas del país y aún en condiciones adversas de clima, que no permiten la práctica de otras actividades productivas. Se desarrolla en todo el país en más de 448 mil unidades de producción en los estados del centro-sur- sureste, donde se puede aprovechar su potencial forrajero. Pero una de sus limitantes puede ser no tener un sistema de control productivo, sobre todo en la fase de crianza, que es en donde se van a generar los corderos que van a

ser la fuente de ingresos para la actividad. Por eso es conveniente conocer y valorar los factores que nos pueden llevar a perder crías en esta fase. La sobrevivencia de las crías, durante la etapa parto-destete debe ser primordial en la crianza ovina y debe ser mayor al 85%. López-Díaz y Trueta-Santiago (2012) al estimar el impacto económico de la mortalidad del cordero recién nacido, en términos de rentabilidad, un aumento de 5% en la mortalidad, representa una reducción de 45% de la rentabilidad neta de la empresa y una mortalidad del 18% pone a la explotación en números rojos. Estos cálculos incluyen los costos de la depreciación de las instalaciones y el equipo, el costo de la mano de obra y la reposición del pie de cría. Por lo que concluyen que la mortalidad es un parámetro que tiene un impacto muy importante en los resultados económicos de la empresa ovina, por lo cual los técnicos, las instituciones y los productores deben hacer esfuerzos para mantenerlo por debajo del 18%. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue conocer los efectos que tienen sobre el peso al nacimiento la raza, tipo de parto, sexo, peso de la madre al parto, peso de la madre al destete, con la sobrevivencia de los corderos de dos razas de ovinos de pelo.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron los registros de 465 partos de las razas Blackbelly y Pelibuey (214 para Pelibuey y 251 para Blackbelly) de la Unidad de Investigación Ovina del Campo Experimental Mocochá en Yucatán. Las borregas tenían una condición corporal de 2 a 3, en una escala de 5 y la edad fluctuaba entre 1 a 4 años. La alimentación fue a base de pastoreo en pasto Tanzania y Mombaza y una suplementación con 250 gramos de alimento comercial con 16% de proteína cruda. Conforme fue aumentando el tiempo de gestación se incrementó el suplemento de 250 a 350 gramos. Se aplicaron las vacunas y desparasitaciones conforme al programa de la unidad. Se utilizó una libreta de campo de parición para los datos de nacencias y para la captura para el análisis, fue a través de hojas de Excel. La información considerada para el análisis fue: tipo de parto, peso al nacimiento, raza, sexo de la cría, peso al parto de la madre, peso al destete/cría, peso al destete/madre, sobrevivencia al destete de la cría. El análisis de los datos fue mediante el programa Statistical Analysis Software (SAS, ver 9.0) Mediante un análisis lineal de efectos fijos, siendo las variables fijas: Raza, Tipo de parto, Sexo de la cría y las variables dependientes: Peso al nacer del cordero, peso al destete del cordero, peso al parto de la madre, peso al destete de la madre, tasa de sobrevivencia de los corderos al destete. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se muestran los resultados de las variables fijas, donde el tipo de parto, presento diferencias significativas (P<0.05), en relación al peso al nacer, peso al destete y tasa de sobrevivencia mostrando que, a mayor número de crías al parto, el peso al nacer disminuye y esta diferencia se mantiene en el peso al destete y en la tasa de sobrevivencia. Las crías de parto cuádruple fueron 43.9% menos pesadas que la de parto simple, las de parto triple 28.2% y las de doble 16.0%. La tasa de sobrevivencia se incrementa conforme disminuye el número de crías al parto. Ramos y Montossi (2015), asocian la baja vitalidad del cordero al nacer a un bajo peso, a un débil impulso de mamar y tardanza en establecer el vínculo madre-cría y a una baja resistencia a las condiciones climáticas adversas (lluvia, viento y frio), disminuyendo su sobrevivencia.

En cuanto al sexo de las crías, este mostró diferencias significativas tanto para peso al nacimiento, como para peso al destete y tasa de sobrevivencia (P<0.05). Los machos fueron 5.3 % más pesados que las hembras, al nacimiento y 20.9% más pesados al destete y tuvieron un 8% más en la tasa de sobrevivencia.

Macedo y Arredondo (2008) encontraron que el sexo y el tipo de parto afectan significativamente como se vio en este estudio, el peso al nacimiento y el peso al destete de los corderos, disminuyendo los valores de estas variables conforme aumenta el tamaño de camada y siendo mayores los pesos en los machos en relación a las hembras.

Tatay-Castillo (2014) en un estudio de corderos Dorper, encontró que los corderos machos fueron más pesados al nacimiento, al destete y tuvieron una ganancia mayor de peso predestete que las hembras. Y que los corderos de parto simple fueron 0.6 kg más pesados (P<0.05) que los gemelos y 1.6 kg más pesados que los triples. Igualmente los corderos de parto simple fueron más pesados (P<0.05) al destete y crecieron más rápido que los gemelos, triples y cuádruples.

En cuanto a raza, mostraron diferencias significativas (P<0.05) tanto en peso al nacer, peso al destete y tasa de sobrevivencia, siendo la raza Pelibuey la que mostro un 5% más en el peso al nacer y un 24.6% más en peso al destete y obteniendo un 3.4% más en sobrevivencia en comparación a la raza Blackbelly.

Se ha manejado la posibilidad de incrementar el peso al nacimiento por mejoramiento genético, pero su heredabilidad es variable y generalmente baja y puede estar confundida con el efecto del medio ambiente o manejo. Solo se ha incrementado esta variable utilizando

cruzamientos con razas de mayor tamaño (cárnicas) y con el efecto favorable de la heterosis sobre la sobrevivencia (Fernández-Abella et al 2017).

Cuadro 1. Medias y desviación estándar para peso al nacer, al destete y sobrevivencia asociado al tipo de parto, sexo y raza, en corderos de razas de pelo.

VARIABLE CORDERO		PESO AL NACER (kg)	PESO AL DESTETE (kg)	TASA DE SOBREVIVENCIA (%)
TIPO DE PARTO	SIMPLE	3.12 ± 0.74 **a**	16.89 ± 4.34 **a**	92.96 ± 25.67 **a**
	DOBLE	2.62 ± 0.63 **b**	11.04 ± 3.14 **ab**	85.87 ± 25.21 **a**
	TRIPLE	2.24 ± 0.42 **c**	9.56 ± 2.72 **b**	66.0 ± 17.85 **a**
	CUADRUPLE	1.75 ± 0.70 **d**	7.00 ± 2.0 **b**	75.0 ± 15.12 **a**
SEXO	MACHOS	2.80 ± 0.70 **b**	14.14 ± 3.39 **a**	89.43 ± 3.80 **a**
	HEMBRAS	2.65 ± 0.68 **a**	11.18 ± 3.20 **b**	81.36 ± 3.90 **b**
RAZA	PELIBUEY	2.80 ± 0.71 **a**	14.77 ± 3.70 **a**	84.11 ± 26.24 **a**
	BLACKBELLY	2.66 ± 0.71 **b**	11.14 ± 3.37 **b**	81.25 ± 23.80 **b**

[abcd] Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia significativa (P<0.05)

Tatay-Castillo (2014) en un estudio realizado con cruzamientos entre ovejas Katahdin y machos Charolais, Hampshire y Texel, no observo diferencias entre grupos genéticos para peso al nacimiento, pero la ganancia diaria de peso predestete fue mayor para Katahdin x Hampshire. El peso de los corderos no difirió entre sexos, pero el peso disminuyó (P<0.05) al incrementarse el tamaño de la camada y la tasa de sobrevivencia fue baja para Katahdin x Charolais con un 61% y de 76% y 84% para katahdin x Texel y katahdin x Hampshire respectivamente. El peso al nacimiento se relacionó negativamente con la tasa de supervivencia.

En el cuadro 2 se muestran los pesos de las madres, al parto, destete y la diferencia entre estos, en kilogramos de peso perdido en la lactancia. Así tenemos que, por tipo de parto, solo hubo diferencias significativas en peso al parto entre parto simple vs doble y no para triple y cuádruple, presentando un mayor peso al parto las de parto simple. En cuanto a peso de la madre al destete las diferencias significativas (P<0.05) se mostraron entre el parto simple vs parto triple y cuádruple, perdiendo el parto simple un 13.3% más que las de parto triple y cuádruple y un 10.4% menos, con respecto al presentado por el parto doble. En la diferencia de peso debida a la lactancia, se ve que la que perdió más peso en este lapso, fueron las de parto simple, con un 58.5% con respecto a las de partos múltiples.

Sánchez (2000) observo que es vital que la borrega reciba una buena alimentación para llegar con un buen peso al parto, ya que determina el peso y el vigor del cordero al nacer,

el desarrollo de la glándula mamaria y la acumulación de reservas de la oveja para satisfacer la demanda de nutrientes durante la primera parte de la lactancia y así perder menos peso corporal durante este periodo y producir suficiente leche para destetar corderos de buen peso.

Cuadro 2. Medias y desviación estándar para peso al parto y peso al destete de la madre asociado al tipo de parto, sexo y raza del cordero de razas de pelo.

VARIABLE CORDERO		PESO AL PARTO DE LA MADRE (kg)	PESO AL DESTETE DE LA MADRE (kg)	DIFERENCIA DE PESO X LACTANCIA (kg)	TASA SOBREVIVENCIA CORDEROS (%)
TIPO DE PARTO	SIMPLE	39.00 ± 5.44 **a**	31.58 ± 5.18 **b**	- 7.420	92.96 ± 25.67 **a**
	DOBLE	37.97 ± 5.70 **b**	34.89 ± 5.21 **ab**	- 3.080	85.87 ± 25.21 **a**
	TRIPLE	38.49 ± 5.71 **ab**	35.61 ± 4.18 **a**	- 2.880	66.0 ± 17.85 **a**
	CUADRUPLE	38.00 ± 5.00 **ab**	36.00 ± 5.00 **a**	- 2.000	75.0 ± 15.12 **a**
SEXO	MACHOS	39.13 ± 5.48 **a**	34.43 ± 5.31 **a**	- 4.700	89.43 ± 3.80 **a**
	HEMBRAS	37.47 ± 6.09 **b**	33.56 ± 5.31 **a**	- 3.910	81.36 ± 3.90 **b**
RAZA	PELIBUEY	39.85 ± 10.48 **a**	33.74 ± 5.31 **a**	- 6.110	84.11 ± 26.24 **a**
	BLACKBELLY	37.07 ± 6.09 **b**	34.17 ± 5.31 **a**	- 2.900	81.25 ± 23.80 **b**

[ab] Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia significativa (P<0.05)

Fernández-Abella, et al (2017) nos indica que los factores maternos que influyen negativamente en la sobrevivencia de los corderos son: bajo peso de la madre al parto que provocara escasa producción láctea y no bajada del calostro al parto.

En cuanto a la variable sexo, hubo diferencias significativas (P<0.05) entre las que parieron machos vs las que parieron hembras, en peso de la madre al nacimiento, con un 4.2% más de peso las borregas que parieron machos, pero no hubo diferencias significativas (P<0.05) en el peso al destete de las madres. En la diferencia de peso debida a la lactancia, las borregas que parieron machos, perdieron un 20.2% más que las que parieron hembras, quizás debido a una mayor producción de leche y reflejado a un peso al destete de la cría macho mayor en relación al presentado por las crías hembras.

En lo que respecta a raza, hubo diferencias significativas (p<0.05) en el peso de las madres al parto. Siendo las madres de la raza Pelibuey las que presentaron un mayor peso al parto, en un 6.9% más con respecto a las madres de raza Blackbelly. En lo que respecta al peso de la madre al destete no se encontraron diferencias significativas entre las dos razas, pero

la diferencia de peso por la lactancia la raza pelibuey perdió un 110.6% más que la raza Blackbelly, durante este período.

CONCLUSIONES

El tipo de parto, sexo y raza influyeron en el peso al nacimiento y esta diferencia se mantuvo en el peso al destete y sobrevivencia. Dichos factores fueron afectados positivamente por un buen peso de la madre al parto y durante la lactancia que influyeron en mejores pesos al destete y una mayor sobrevivencia de las crías.

REFERENCIAS

Fernández-Abella Daniel, Cueto M, Ferrugem - Moraes JC. 2017. Factores que afectan la supervivencia del cordero. Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 17 No. 2. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/271-supervivencia.pdf

López-Díaz Carlos Antonio y Trueta-Santiago Rafael. 2012. Estimación del impacto económico de la mortalidad del cordero recién nacido. XLVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Querétaro, Qro. pag.255.

Macedo R y Arredondo V. 2008. Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos pelibuey en manejo intensivo. Arch. Zootec. 57(218): 219-228. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49515018014.

Ramos, Zully y Montossi, Fabio. 2015. Alternativas tecnológicas para aumentar la supervivencia de corderos. “Control integrado de parición en ovinos”. Programa Nacional de Producción de Carne y Lana. https://www.engormix.com/ovinos/articulos/alternativas-tecnologicas-aumentar-supervivencia-t32127.htm.

Sánchez, R. C. 2000. Planeación estratégica de la alimentación ovina en corral “Memoria del Curso vances en nutrición ovina”. Universidad Autónoma del Estado de México.

SAS. 1999. User’s Guide. SAS Institute, Cary, N.C. USA.

Tatay-Castillo, Juan Manuel. 2014. Factores que influyen en el crecimiento y mortalidad de corderos de pelo en sistema intensivo. Tesis Doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/45355.

INCIDENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA Y CONCENTRACIÓN DE CÉLULAS SOMÁTICAS PRESENTES EN LECHE DE CABRA ANTES Y DESPUÉS DE LLUVIAS

INCIDENCE OF SUBCLINICAL MASTITIS AND CONCENTRATION OF SOMATICS CELLS PRESENT IN GOAT MILK BEFORE AND AFTER RAINS

Avalos Castro, Raúl[1]; Cabada Tavares, Carlos[1]; Palomares Reséndiz, Gabriela[2]; Díaz Aparicio, Efrén[2].

[1]INIFAP-Campo Experimental Todos Santos, [2]INIFAP - CENID – Salud Animal e Inocuidad. avalos.raul@inifap.gob.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el cambio en la incidencia de mastitis subclínica y la concentración de células somáticas presentes en leche de cabras antes y después de un evento de lluvia, se llevó acabo el presente trabajo. El estudio se realizó en un rebaño de cabras estabuladas, con 50% de sombra y cuya ordeña se realiza de forma mecánica. Los resultados mostraron una tasa de incidencia de 0.44 (IC: 0.27 – 0.61) y una incidencia acumulada de 0.59. Se observó que el riesgo (RR) de que la mastitis subclínica se incremente después de lluvias es de 1.8 (IC: 1.18 – 2.80) con respecto a la temporada previa a las mismas. Por lo tanto, evitar el encharcamiento de los corrales reduciría el 27% de riesgo ya que el 45% de este se explica por la lluvia. La concentración de células somáticas en cabras que no habían presentado mastitis, se incrementó 3.9 veces más con respecto al recuento que se observó antes de las lluvias. Se concluye que la incidencia de mastitis subclínica y el recuento de células somáticas se incrementan significativamente después de las lluvias.

ABSTRACT

The present work was carried out in order to observe the change in the incidence of subclinical mastitis and the concentration of somatic cells present in goat milk before and after a rain event. The study was carried out with a herd of stabled goats, with mechanical milking and partial shade of 50% in the pen. The results showed a difference of 14% after rains, with an incidence rate of 0.44 (CI: 0.27 - 0.61) and a cumulative incidence of 0.59. It was observed that the risk (RR) of subclinical mastitis increasing, after rains, was 1.8 (CI: 1.18 - 2.80) more, so avoiding flooding of pens would reduce the risk of subclinical mastitis by 27%, since 45% of this is explained by rain. The concentration of somatic cells, in goats

that had not presented mastitis, increased significantly 3.9 times more with respect to the count that was observed before the rains. The incidence of subclinical mastitis and the somatic cell count are significantly increased after the rains.

INTRODUCCIÓN

La leche de cabra es consumida cada vez más, debido a que contribuye a la ingesta de minerales, vitaminas, energía, proteína y grasa de alta calidad (FAO, 2014), sin embargo, existen factores que alteran su calidad, siendo la concentración de células somáticas un indicador de ello. Las células somáticas están conformadas por diferentes tipos de células nucleadas, epiteliales y leucocitos (ONN, 2012) cuya función es de defensa inmune en la glándula mamaria (Li *et al.*, 2014) y no aumentan su concentración hasta que detectan un patógeno. El incremento en esta concentración, provocado por factores de riesgo como la edad, inadecuadas prácticas de manejo, limpieza deficiente en la ordeña, el estro y las variaciones estacionales, contribuyen significativamente en las concentraciones de células somáticas de la leche de cabra que explican hasta un 48% de la variación de esta concentración (Gonzalo *et al*., 2002) y pueden llegar a provocar mastitis subclínica o clínica. Paape (2000), menciona que concentraciones de células somáticas de glándulas mamarias sanas en cabras pueden ir desde 500,000 hasta 1,000,000 de células ml^{-1}. En base a ello, Silanikove *et al*., (2010) plantean la relación existente del recuento de células somáticas y su impacto productivo y tecnológico dependiendo de su concentración, proponiendo tres grados de calidad: el grado A, que incluye un conteos de células somáticas < 840,000 células ml^{-1}, asociado con infección bacteriana subclínica de hasta el 25% de las cabras en el rebaño, existe una pérdida de leche de hasta 0.8% y de cuajada de hasta 3.3%; el grado B, que incluye conteo de células somáticas > 840,000 e inferior a 1,200,000 células ml^{-1}, asociadas con infección bacteriana subclínica de hasta 50% de cabras en el rebaño, tienen una pérdida de leche de hasta 1.5% y pérdida de cuajada de hasta 6.5%; y el grado C, conteo de células somáticas > 1,600,000 e inferior a 3,500,000 células ml^{-1} asociadas con infección bacteriana subclínica de hasta 75% de las cabras en el rebaño, pérdida de leche de hasta 2.3% y pérdida de cuajada de hasta 9.8%. Existen trabajos que evalúan la influencia de los diversos factores de riesgo sobre la incidencia, prevalencia y concentración de células somáticas de la leche de cabra, pero se desconoce el efecto que tiene la precipitación sobre la mastitis subclínica y recuento de células somáticas. Es por ello que el objetivo del presente estudio fue observar el cambio de incidencia de la mastitis subclínica

y la concentración de células somáticas en leche de cabras antes y después de un evento de lluvia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una unidad de producción caprina estabulada y con sistema de ordeña mecanizado, en el municipio de Comondú, Baja California Sur. El periodo de estudio fue en los meses de octubre (antes de lluvias) y diciembre (después de lluvias) del 2019. La precipitación registrada entre la primera y segunda toma de muestra superó los 100 mm. El corral estaba provisto de un 50% de sombra y el estiércol no fue removido entre los muestreos. Se tomaron muestras de 43 cabras lactantes de diferentes cruzas para determinar incidencias, de las que resultaron negativas, se dio seguimiento a 19 para determinar la concentración de células somáticas en muestras posterior a las lluvias; para estas últimas se tomaron muestras de los 38 medios de la glándula mamaria. De manera general, las muestras de leche fueron colectadas después del descarte del primer chorro, de los dos medios de cada glándula mamaria. La detección de mastitis subclínica se realizó por la prueba de California para mastitis siguiendo los siguientes criterios: el resultado se interpretó como negativo (0) cuando no existió formación visible de gel, traza (T) cuando en el fondo de la paleta se formó una película, débilmente positiva (+) cuando en el fondo de la paleta se formaron grumos que desaparecían rápidamente, positiva (++) cuando existía presencia de grumos persistentes, y muy positiva (+++) cuando se formó un gel que no desaparecía al dejar de girar la paleta, con base a ello se consideró la presencia de células somáticas (Ávila, 1995). La concentración de células somáticas se consideró según lo indicado en el Cuadro 1. Los resultados de concentración se clasificaron con base a lo propuesto por Silanikove *et al*., (2010).

Cuadro 1. Puntaje para la estimación del número de células somáticas (células ml $^{-1}$) para la prueba de California para mastitis.

	Prueba de California	
Puntaje	Reacción	Células ml[1]
0	Sin evidencia	100 000
Traza	Precipitación leve	500 000
+	Sin formación de gel	1 000 000
++	Formación de gel	2 500 000
+++	Fuerte formación de gel	> 2 500 000

La tasa de incidencia verdadera (IV) fue estimada como el número de casos nuevos durante el periodo de estudio entre la suma de los periodos de tiempo a riesgo para los individuos de la población y su intervalo de confianza como IV ± $Z_{\alpha/2}(\sqrt{d}/L)$ donde $Z_{\alpha/2}$ es el valor de tabla de la distribución Z para dos colas, d es el número de eventos y L la suma de los tiempos; la incidencia acumulada (IA) se determinó como $1 - e^{-IV*periodo}$.

El riesgo relativo (RR) se calculó como la prevalencia de los expuestos (después de lluvias) entre la prevalencia de los no expuestos (antes de lluvias) y su intervalo de confianza (IC) como RR/(e^{Z*EE}) a RR(e^{Z*EE}) donde se consideró a Z igual a 1.96. El riesgo atribuible (RA) se estimó como la prevalencia de los expuestos (después de lluvia) menos la prevalencia de los no expuestos (antes de lluvia) y la fracción atribuible (FA) se estimó como el RA entre la prevalencia de los expuestos (después de lluvias).

Para la estimación del número de células somáticas, entre tratamientos (antes de lluvias *vs* después de lluvias), se realizó una comparación de medias (*t*) bajo el supuesto HO: μ_1 es igual a la μ_2 *vs* μ_1 es diferente a la μ_2 a través del procedimiento TTEST del programa SAS (2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó una proporción, considerando la concentración igual o mayor a 1,000,000 de células ml^{-1}, del 32 % previo a las lluvias y de 60% después de ellas, que representan el incremento de 12 cabras que resultaron negativas en el primer muestreo y el probable incremento a ++ y +++ de las de puntaje de +, como se observa en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Frecuencia de mastitis subclínica considerando la concentración de células somáticas antes y después de lluvias.

Puntaje	Concentración de células ml^{-1}	Antes de lluvias		Después de lluvias	
		Proporción	%	Proporción	%
0	100 000	29/43	67.5	17/43	40.0
Traza	500 000	00/43	00.0	00/43	00.0
+	1 000 000	14/43	32.5	13/43	30.0
++	2 500 000	00/43	00.0	10/43	23.0
+++	> 2 500 000	00/43	00.0	03/43	07.0

Basados en la información del cuadro anterior, el Cuadro 3 muestra los cambios en tasas de incidencias, resultando en un incremento de 14% entre meses. Con base en ello, la IV observada fue de 0.44 (IC al 95: 0.27 – 0.61), es decir que, de cada 100 cabras expuestas 44, de ellas están en riesgo de contagiarse de mastitis subclínica después de las lluvias. La IA estimada fue de 0.59.

Cuadro 3. Tasas de incidencia de mastitis subclínica de cabras antes y después de las lluvias.

Mes	No. de cabras a riesgo	No. positivas a mastitis subclínica	Cabras /mes a riesgo	Tasa
1:Oct-2019	43	14	36	0.38
2: Nov-2019	29	12	23	0.52
	Total	26	59	

En lo que respecta al RR de sufrir mastitis subclínica después de las lluvias, se observó que se incrementó 1.8 (IC al 95: 1.18 – 2.80) veces el riesgo. El RA fue de 0.27 lo que indica que, si se evita el encharcamiento de los corrales, el riesgo de sufrir mastitis subclínica se reduciría en un 27%, por lo que el 45% de los casos se pueden atribuir al factor de lluvia (FA).

Para el cambio de concentración de células somáticas en leche de cabras después de las lluvias, se observó un incremento significativo ($P < 0.05$) promedio de 426,315 células ml^{-1} (Cuadro 4), con respecto a la concentración de células somáticas antes de presentarse las lluvias, que representan alrededor 3.9 veces más.

Cuadro 4. Comparación del recuento de células somáticas antes y después de lluvias.

Variable	n	Media	EE	CV	*P*
Antes de lluvias	38	147 368.42[b]	33 038.8	138.2	0.001
Después de lluvias	38	573 684.21[a]	109 874.1	118.1	

n= tamaño de muestra, EE= error estándar, CV= coeficiente de variación

El comparativo de la información resultante del presente trabajo posterior a las lluvias, considerando el recuento de células somáticas, con lo sugerido por Silanikove *et al*., (2010) se puede decir que del 60% de la leche con presencia de mastitis subclínica, 30% caen en la categoría B y el restante en la categoría C, que representarían una pérdida significativa de cuajada de leche de entre el 6 y 10% respectivamente. Del 40%, sin síntomas de mastitis subclínica, el incremento fue inferior a las 840,000 células ml^{-1}, lo cual se puede considerar en el grado A.

CONCLUSIONES

La incidencia de mastitis subclínica resultó alta tanto para antes y después de lluvias, incrementándose significativamente el recuento de células somáticas por el efecto de la lluvia y la acumulación de estiércol, por lo que se recomienda evitar el encharcamiento y

mantener la limpieza de corrales, adicional a las buenas prácticas de ordeña que ayuden a evitar la incidencia de mastitis.

REFERENCIAS

Ávila, T.S. 1995. Producción intensiva del ganado lechero. 5a Edición. Ed. Ateneo. Buenos Aires. Baucells. México. Pp: 1 – 123.

FAO, 2014. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Producción y productos lácteos. Pequeños rumiantes. Disponible en: http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/produccion-lechera.

Gonzalo, C. Ariznabarreta, A. Carriedo and J.A. San Primitivo, F. 2002. Mammary Pathogens and their relationship to somatic cell count and milk yield losses in dairy ewes. J. Dairy Sci. 85, 1460–1467.

Li, N. Richoux, R. Boutinaud and M. Martin, P. 2014. Role of somatic cells on dairy processes and products: a review. Dairy Sci. & Technol. 94:517–538.

ONN, 2012. Organismo Nacional de Normalización del COFOCALEC Proyecto de Norma mexicana. PROY-NMX-F-700-COFOCALEC-2012. Disponible en: http://www.canilec.org.mx/

Paape, J.M., 2000. Situation regarding the legal limitfor somatic cell counts for goats in the United States. In: Proc. Conference Internationale sur les Caprins, tome II, 15–18 mai 2000, Tours, France, pp. 755–756.

SAS. 2014. SAS-Statistical Analysis Software for Windows Versión 9.3. Cary, NC: SAS Inst. Inc

Silanikovea, N. Leitner, G. Merin and U. Prosser, C.G. 2010. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. Small Ruminant Research. 89: 110 – 124.

INFLUENCIA DE LA COMPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA SOBRE LOS PARÁMETROS DE LA CURVA DE CRECIMIENTO EN CABRITAS LOCALES DE REEMPLAZO

INFLUENCE OF FOOD SUPPLEMENTATION ON CURVE GROWTH PARAMETERS IN LOCAL GOATS FOR REPLACEMENT

Jorge A. Maldonado-Jáquez[1], Lorenzo Danilo Granados-Rivera[2*], Pablo Alfredo Dominguez-Martínez[3], Iván Franco-Gaytán[4], Oscar Guadalupe Barrón-Bravo[5]

[1]Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados; [2]Campo Experimental, General Terán-INIFAP, General Terán, Nuevo León. C.P. 67400; [3]Campo Experimental, Valle del Guadiana-INIFAP, Durango, Durango. C.P. 34170; [4]Campo Experimental, La Laguna-INIFAP, Matamoros, Coahuila. C.P. 27440; [5]Campo Experimental, Las Huastecas-INIFAP, Carretera Tampico-Mante km 55, Altamira, Tamaulipas, México. C.P. 89610. granados.danilo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de una complementación alimenticia sobre los parámetros de la curva de crecimiento en cabritas locales de reemplazo. Se utilizaron 14 cabritas locales asignadas a dos grupos homogéneos. El grupo 1(Testigo; n=7), se alimentó solo a través del pastoreo. El grupo 2 (Complementado; n=7), además del pastoreo, recibió una complementación alimenticia a razón de 1.5% de PV, con un alimento integral (40% forraje, 60% concentrado) con contenido de 18.7% PC, 21.6% FDA, 32.7% FDN y1.4 EN para ganancia. Las variables consideradas fueron edad y peso vivo. Para estimar los parámetros de la curva de crecimiento se utilizó el modelo mixto no lineal de Richards. Se encontraron valores similares entre tratamientos para los parámetros A y K, con tendencia a valor mayor para el grupo testigo. Respecto al parámetro B, se encontró un valor mayor en el grupo de las cabritas complementadas. Se concluye que la complementación alimenticia no muestra un efecto significativo sobre los parámetros de la curva de crecimiento en cabritas locales de reemplazo del norte de México.

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the effect of a dietary supplement on growth curve parameters local goats for replacement. Fourteen five-month-old local goats assigned to two homogeneous live weight groups and for 8 weeks were used. Group 1 (Control; n = 7), exclusively fed on grazing route. Group 2 (Complemented; n = 7), apart from grazing, received a nutritional supplement at a rate of 1.5% of LW, with an integral food with a base of 40% forage and 60% concentrate, with 18.7% PC, 21.6% FDA, 32.7% FDN and 1.4 EN

Gain. The variables considered were age and live weight. To estimate the parameters of the growth curve, the Richards nonlinear mixed model was used. Very similar values were found between treatments for parameters A and K, with a tendency to higher value for the control group. Regarding parameter B, a higher value was found in the group of supplemented goats. It is concluded that dietary supplementation does not show a significant effect on the parameters of the growth curve in local replacement goats in northern Mexico.

INTRODUCCION

El conocimiento del crecimiento de los animales productores de leche o carne es de gran relevancia, ya que de esta manera se pueden conocer no sólo su estado nutricional y de salud, sino también tener un criterio para la selección genética de los mejores ejemplares para ser utilizados como reproductores (Malhado *et al*., 2008). En este sentido, una lenta tasa de crecimiento, resulta en bajos pesos a mercado, lo cual se ha ubicado como uno de los factores que limitan la rentabilidad de las explotaciones (Abegaz *et al*., 2010).

Por otra parte, la tasa de crecimiento está relacionada con parámetros como el tiempo de vida y productividad de las hembras, por ejemplo, se ha determinado que un rápido crecimiento temprano es un carácter altamente deseable (Pala *et al*., 2005). Es por ello, que el conocimiento del patrón de crecimiento puede ayudar a desarrollar esquemas de mejoramiento genético para producir genotipos biológicamente más eficientes para un particular tipo de alimentación y ambientes específicos (Arrif *et al.,* 2010).

Por otro lado, los parámetros de la curva de crecimiento proveen un potencial criterio para alterar la relación existente entre el peso y la edad a través de la selección (Kachman y Gianola, 1984). En base a lo anterior, la finalidad del presente estudio fue determinar si se puede manipular el ambiente para mejorar las tazas de crecimiento en cabras locales, es decir, medir si la complementación alimenticia presenta un efecto sobre los parámetros de la curva de crecimiento en cabritas locales de reemplazo.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en una unidad de producción ubicada en el ejido Zaragoza, Viesca, Coahuila, dentro de la región de La Comarca Lagunera. Esta región se localiza entre las coordenadas geográficas 24° 22’ y 26° 23’ Latitud Norte y 102° 22´ y 104° 47´ Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel medio del mar de 1100 m. El clima es del tipo BWhw, el cual está caracterizado por ser seco o desértico, semicálido con invierno fresco,

con una precipitación pluvial y temperatura media anual de 240 mm y 25 °C, respectivamente.

Se realizó un experimento para evaluar el efecto de la complementación alimenticia sobre el comportamiento productivo, desarrollo corporal y la determinación de los parámetros de la curva de crecimiento en cabritas locales de reemplazo. Se utilizaron 14 cabritas locales asignadas a dos grupos homogéneos. Las cabritas tenían cinco meses de edad y el experimento tuvo una duración de 8 semanas, momento en el cual alcanzaron la pubertad (presencia de primer celo). El grupo 1(Testigo; n=7), se alimentó a través del pastoreo. El grupo 2 (Complementado; n=7), además del pastoreo, recibió una complementación alimenticia a razón de 1.5% de PV. El complemento utilizado fue un alimento integral con una base de 40% forraje y 60% concentrado (Maldonado-Jáquez *et al*., 2017) y la cantidad de complemento alimenticio se ofreció a razón del 1.5% del peso vivo (PV) de los animales, incluyendo una semana de adaptación. Y la cantidad de complemento ofrecido se incrementó en 20% cuando el rechazo era menor al 10%.

El alimento utilizado para complementar la dieta de las cabras contenía 18.7% PC, 21.6% FDA, 32.7% FDN y1.4 EN ganancia. En este experimento el complemento se ofrecía en horario de 8 a 9 am, posteriormente salían a pastorear con el resto del rebaño. Los animales pastoreaban durante 9 horas al día, con dos ofrecimientos de agua a lo largo de la ruta de pastoreo, la cual consideró un recorrido promedio de 4.5 km d^{-1} y por la tarde-noche regresaron a corrales de descanso contiguos a la vivienda del productor, en donde tuvieron acceso a agua limpia y fresca.

Se monitoreó la disponibilidad de especies vegetales para considerar el aporte nutricional a las cabritas en desarrollo y se encontraron siete especies de herbáceas y pastos, como *Amaranthus palmeri,* residuos de cosecha de melón (*Cucumis melo*), *Solanum eleagnifolium, Malva parviflora, Cynodon dactylon,* entre otras.

Las variables consideradas fueron edad y monitoreo del peso vivo. La colecta de datos se realizó semanalmente durante 8 semanas. Para el monitoreo de PV, las cabritas fueron pesadas en una báscula comercial electrónica tipo gancho con capacidad de 45 kg ± 5 g (Metrology, Nuevo León, México).

La información se analizó con el paquete estadístico SAS versión 9.4. Para estimar los parámetros de la curva de crecimiento se utilizó el modelo mixto no lineal de Richards: $y(t) = A(1-Be^{-kt})^{-m}+ \varepsilon$, donde y: peso corporal a la edad “t”, A: peso asintótico, interpretado como el peso predicho, B: es un parámetro de integración relacionado con el peso corporal inicial,

que queda definido por los valores iniciales tanto de “y” como de “t”, k: tasa de maduración, indicando qué tan rápido el animal alcanza su peso predicho m: define la forma de la curva, ε: error aleatorio, normalmente distribuido con media cero y varianza constante.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1, muestra los resultados obtenidos para la estimación de los parámetros de la curva en cabritas locales. Se encontraron valores similares entre tratamientos para los parámetros A y K, sin embargo, el valor mayor se encontró en las cabritas del grupo testigo. Por otra parte, para el parámetro B, se encontró un valor mayor en el grupo de las cabritas complementadas. Al respecto, los valores encontrados en los tres parámetros son inferiores a los reportados para cabras Beetal y Boer (Waheed *et al.*, 2011; García-Muñiz *et al.*, 2019). Maldonado-Jáquez *et al.* (2018) reportan valores mayores para los parámetros A, pero menor para los parámetros A y K en machos cabríos del norte de México. Lo anterior, significa que las cabritas locales presentaron una mayor tasa de maduración, lo que se puede explicar por el hecho de que las cabritas evaluadas se encontraban en el periodo de mayor crecimiento y únicamente se evaluaron en este periodo (Bett *et* al., 2011).

Cuadro 1. Estimación de parámetros de la curva de crecimiento con el modelo Richards para el desarrollo de cabritas locales de reemplazo complementadas y sin complementación alimenticia.

	Testigo±EE	**Complementado±EE**
A	22.54±2.19	21.10±1.50
B	624.11±0.00	717.99±7040.03
K	0.13±0.0012	0.1022±0.09
CIB	158.90	175.90

A: peso predicho; b: punto de inflexión del crecimiento; k: tasa de maduración; CIB: Criterio de información Bayesiano

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados encontrados, la complementación alimenticia no muestra un efecto significativo sobre los parámetros de la curva de crecimiento en cabritas locales de reemplazo del norte de México. Sin embargo, un aspecto de suma importancia y que no ha sido estudiado detenidamente es el efecto que presentan diferentes tipos de alimentos ofrecidos como complemento alimenticio o como dieta completa sobre el desarrollo corporal y su posible influencia en los parámetros de la curva de crecimiento, lo cual pudiera tener implicaciones practicas sobre el establecimiento de criterios de selección de ejemplares con mejor desempeño productivo y el consecuente desarrollo de esquemas de mejoramiento genético.

REFERENCIAS

Abegaz, S., Van Wyk, J.B., Johanes-Oliver, J. (2010). Estimation of genetic and phenotypic parameters of growth curve and their relationship with early growth and productivity in Horro sheep. *Archiv. Tierzucht*. 53(1):85-94.

Arrif, O.M., Hifzan, R.M., Zuki, A.B.M., Jiken, A.J., Lehan, S.M. (2010). Maturing pattern for body weight, body length and height at withers of Jamnapari and Boer goats. *Pertanika Journal of Tropical Agriculture Science*. 33(2): 269-276.

Bett, R.C., Kosgey, I.S., Kahi, A.K., Peters, K.J. (2011). Definition of breeding objetcives and optimum crossbreeding levels for goats in the smallholder production systems. *Small Ruminant Research*. 96: 16-24.

García-Muñiz, J.G., Ramírez-Valverde, R., Núñez-Dominguez, R., Hidalgo-Moreno, J.A. (2019). Dataset on growth curves of Boer goats fitted by tem non-linear functions. *Data in brief*. 23: 103672.

Kachman, S.D., Gianola, D. (1984). A Bayesian estimator of variance and covariance components in nonlinear growth models. *J Anim Sci*. 59 (1):176.

Maldonado-Jáquez J.A., Granados-Rivera, L.D., Hernández-Mendo, O., Pastor-López, F.J., Isidro-Requejo, L.M., Salinas-González, H., Torres-Hernández, G. (2017). Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. *Nova Scientia*. 9(1): 55-75.

Maldonado-Jáquez, J.A., Torres-Hernández, G., Suarez, E.J., Salinas-González, H., Pastor-López, F.J. (2018). Curva de crecimiento de cabritos locales de la comarca lagunera utilizando un modelo no lineal. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. 4(1): 224-226. Nayarit, México. Septiembre de 2018.

Malhado, C.H.M., Ramos, A.A., Carneiro, P.L.S., Souza, J.C., Weschsler, F.S., Eler, J.P., Azevêdo, D.M.M.R., Sereno, J.R.B. (2008). Modelos no lineales para describir el crecimiento de bufalinos de la raza Murrah. *Archivos de Zootecnia*. 7:497-503

Pala, A., Savas, T., Ugur, F., Das, G. (2005). Growth curves of Turkish Saanen goats' kids grouped for weight and body mass index. *Arch Tierzucht*. 48:185-93

Waheed, A., Sajjad-Khan, M., Ali, S., Sarwar, M. (2011). Estimation of growth curve parameters in Beetal goats. *Archiv Tierzucht*. 3: 287-296.

SELECCION DE BACTERIAS ACIDO LÁCTICAS COMO PROBOTICOS PARA HEMBRAS DE REEMPLAZO EN GANADO BOVINO

IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF LACTIC ACID BACTERIA AS PROBOTICS FOR REPLACEMENT FEMALES IN CATTLE

Zelaya-Molina Lily X. [1], Reyes-Leos Juan R.[1,2], Ruvalcaba-Gómez José M. [3], Arteaga Garibay Ramón I.[1], Rojas-Anaya Edith[1]

[1]Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP, Blvd. de la Biodiversidad # 400, Rancho las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, C.P. 47600. [2]Centro Universitario de Los Lagos-UdG, Enrique Díaz de León No. 1144, Colonia Paseos de la Montaña, C.P. 47460. Lagos de Moreno, Jalisco. [3]Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-INIFAP, Blvd. de la Biodiversidad # 2470, Rancho las Cruces, Tepatitlán de Morelos.
lilyzelayam@yahoo.com.mx

RESUMEN

Jalisco es uno de los principales estados productores de leche de ganado bovino a nivel nacional; Sin embargo, los productores se enfrentan con falta de hembras de reemplazo de buena calidad que puedan aumentar la producción de leche, ya que en ocasiones las becerras no son alimentadas apropiadamente. El uso de bacterias ácido lácticas del género *Lactobacillus* se ha implementado como probióticos en el ganado bovino para mejorar las condiciones de salud de los animales; sin embargo, las cepas más adecuadas como probióticos son aquellas capaces de soportar el estrés del sistema digestivo. Por esta razón, el objetivo de la presente investigación fue obtener cepas de *Lactobacillus* con potencial probiótico aisladas de estiércol bovino de granjas productoras de leche de la región Altos sur del estado de Jalisco. El aislamiento de cepas acido lácticas se realizó a partir de muestras de estiércol fresco de ganado Holstein, las cepas se caracterizaron fenotípicamente bajo diferentes condiciones de pH, temperatura, resistencia a sales biliares, resistencia a estrés osmótico, pruebas de adhesión a mucina, inhibición de crecimiento de cepas patógenas, y resistencia a antibióticos. Las cepas con las mejores características evaluadas se identificaron mediante el análisis filogenético del gen 16S rRNA. A partir de las muestras de estiércol se obtuvieron 97 morfotipos de bacterias ácido lácticas, la evaluación morfológica permitió seleccionar las cepas Gram positivas, y la evaluación fenotípica seleccionar a dos cepas (B6y y B6z) idóneas para ser consideradas como probióticos para hembras de reemplazo de ganado lechero, las dos cepas se identificaron filogenéticamente como miembros de la especie *Lactobacillus fermentum*;

posteriormente se pueden evaluar los beneficios que pueden aportar a las hembras de reemplazo.

ABSTRACT

Jalisco is one of the main bovine milk producing states nationwide; however, producers are faced with a lack of good-quality replacement females that can increase milk production, as calves are sometimes not properly fed. The use of lactic acid bacteria of the genus *Lactobacillus* has been implemented as probiotics in cattle to improve the health conditions of animals; however, the most suitable strains such as probiotics are those capable of withstanding the stress of the digestive system. For this reason, the objective of the present research was to obtain strains of *Lactobacillus* with probiotic potential isolated from bovine manure from milk producing farms in Los Altos Sur region of Jalisco state. The isolation of lactic acid strains was performed from samples of fresh manure from Holstein cattle, the strains were characterized morphologically, and then phenotypically under different conditions of pH, temperature, resistance to bile salts, resistance to osmotic stress, adhesion tests to mucin, inhibition of growth of pathogenic strains, and resistance to antibiotics. The strains with the best evaluated characteristics were identified by the phylogenetic analysis of the 16S rRNA gene. From the manure samples, 97 morphotypes of lactic acid bacteria were obtained, the morphological evaluation allowed to select the gram positive strains, and the phenotypic evaluation to select two strains (B6y and B6z) suitable to be considered as probiotics for replacement females of dairy cattle, the two strains were phylogenetically identified as members of the *Lactobacillus fermentum* species; the benefits that the strains can bring to the replacement females can be evaluated in the future.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los principales productores de leche de bovinos en el mundo, y Jalisco uno de los estados que aportan mayor cantidad de litros de leche a la producción nacional. Sin embargo, los productores se enfrentan a no tener hembras de reemplazo de buena calidad que puedan aumentar la producción de leche, debido a que en muchas ocasiones las becerras destinadas a este fin no son alimentadas apropiadamente, y el desarrollo del rumen puede no ser adecuado para el aprovechamiento de los nutrientes, lo que genera una disminución en la producción de leche.

En la actualidad, el uso de probióticos como complemento alimenticio en el ganado bovino ha tomado auge con la finalidad de que la dieta mejore las condiciones de salud de los animales y por tanto se incremente la productividad. Las bacterias ácido lácticas (BAL) son especialmente utilizadas como probióticos, debido a que inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos, promueven el crecimiento de microorganismos benéficos, mejoran la adquisición de nutrientes, y estimulan el sistema inmune de los animales (Vieco-Saiz y col., 2019). Dentro de las BAL, diferentes cepas del género *Lactobacillus* se han empleado como una alternativa de suplemento alimenticio en el ganado bovino para aumentar el crecimiento en el ganado y prevenir enfermedades en las hembras (Fernández y col., 2018; Pellegrino y col., 2019; Sharma y col., 2017). Sin embargo, se considera que las cepas de *Lactobacillus* más adecuadas como probióticos son aquellas capaces de soportar el estrés del sistema digestivo, esto es, aisladas a partir de heces fecales. Por esta razón, el objetivo de la presente investigación fue aislar, identificar y caracterizar como probióticos potenciales a cepas de *Lactobacillus* aisladas de estiércol bovino de granjas productoras de leche de la región Altos sur del estado de Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El aislamiento presuntivo de cepas de *Lactobcillus* se realizó en medio MRS a partir de 89 muestras de estiércol fresco de ganado bovino de raza Holstein de tres granjas productoras de leche de Tepatitlán de Morelos, Jalisco. A las cepas seleccionadas, por su reacción ante la tinción de Gram , como BAL presuntivas se les realizó tinción Gram, para seleccionar solamente las cepas Gram positivas, las cuales se conservaron en glicerol 30%/MRS (1:1) a -80°C.

Las cepas BAL presuntivas se sometieron a cinéticas de crecimiento en caldo MRS a diferente pH (2, 5 y 7), temperatura (10, 30 y 45 ºC), resistencia a sales biliares (0.3 y 1 % de taurocolato de sodio), resistencia a estrés osmótico (2%, 5% y 7% de NaCl) (Valeriano et al., 2014); así como a pruebas de adhesión a mucina (Celebioglu et al., 2017), inhibición de crecimiento de las cepas patógenas *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Paratyphi ATCC 9150, *Staphyloccoccus aureus* ATCC 25923, y *Listeria monocytogenes* ATCC 19115 (Gómez et al., 2016), y resistencia a los antibióticos ampicilina y penicilina (Zhou et al., 2005).

Las cepas con el mejor perfil de crecimiento y resistencia en los parámetros previamente mencionados se identificaron mediante el análisis filogenético del gen 16S rRNA. El DNA genómico se extrajo con el Kit Quick DNA (Zymo Research) a partir de cultivos de 48 h, y

se amplificó mediante PCR un fragmento parcial del gen 16S rRNA con los iniciadores universales 27f-1492R, los productos de PCR se secuenciaron en Macrogen (Corea del sur) y las secuencias obtenidas se editaron manualmente con el programa BioEdit 7.2.5 (Hall, 1999). El árbol filogenético se construyó con el método de máxima verosimilitud con el programa Mega X (Kumar et al., 2018) con 1000 repeticiones bootstrap.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de las muestras de estiércol se obtuvieron 97 aislamientos con características de BAL. La evaluación fenotípica de las cinéticas de crecimiento de pH, temperatura, resistencia a sales biliares, estrés osmótico (un ejemplo se observa en la Figura 1), y las pruebas de adhesión a mucina, inhibición del crecimiento de patógenos, y resistencia a antibióticos (ampicilina y penicilina), permitió seleccionar a las cepas B6y y B6z idóneas para ser consideradas como probióticos para hembras de reemplazo de ganado lechero, ya que crecieron en pH de 2, 5 y 7, con un rango de temperatura de 10, 30 y 45 ºC, 0.3 y 1 % de taurocolato de sodio, así como 2%, 5% y 7% de NaCl; presentaron adhesión a mucina, e inhibieron el crecimiento de *E. coli* ATCC 25922 y *L. monocytogenes* ATCC 19115 (Cuadro 1).

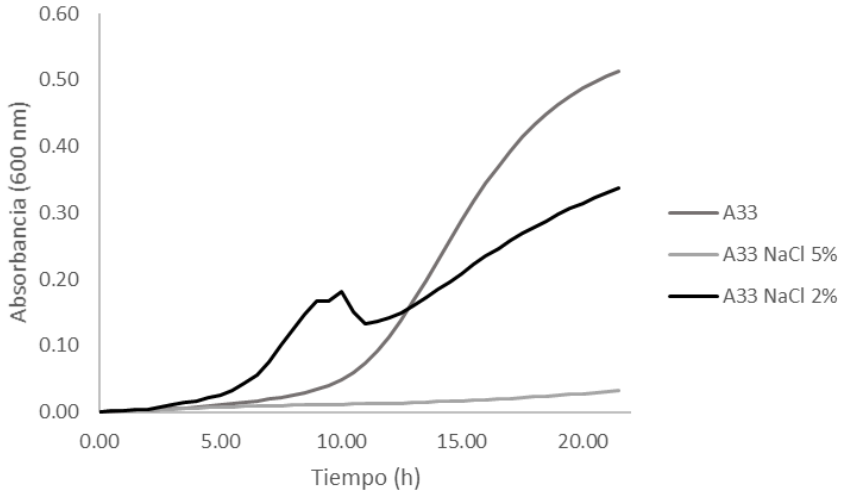


Figura 1. Cinéticas de crecimiento de 22 h de las cepas BAL A33 aislada de heces fecales de ganado bovino en diferentes concentraciones de NaCl y el control.

Cuadro 1. Evaluación de crecimiento y resistencia de bacterias ácido lácticas.

Cepa	Resistencia al Medio									A UFC cm^2	IP (cm)*			RA	
	pH			STH (%)		Temp (ºC)		NaCl (%)			*ST*	*Lm*	*Ec*	Amp	Pen
	2	5	7	0.3	1.0	45	30	2	5						
Bacillus sp. A30	-	-	+	-	-	-	-	-	-	6.0×10^4	+	+	-	+	+
Bacillus sp. A33	-	+	+	-	-	-	-	+	+	6.0×10^3	-	-	-	-	-
Enterococcus sp. B2	-	+	+	+	+	-	+	+	+	4.0×10^5	-	+	+	-	-
Enterococcus sp. B9	-	+	+	+	+	-	+	+	+	1.2×10^5	-	+	-	-	-
Rummeliibacillus sp. B14	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Lactobacillus sp. B6y	-	+	+	+	+	+	-	+	-	1.3×10^5	-	+	+	-	-
Lactobacillus sp. B6z	-	+	+	+	+	+	-	+	-	1.5×10^5	-	+	-	-	-

A= Adhesión, IP= Inhibición de patógenos, RA= Resistencia a antibióticos, *S*T= *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Paratyphi ATCC 9150, *Lm*= *Listeria monocytogenes* ATCC 19115, *Ec*= *Escherichia coli* ATCC 25922. *Ninguna de las cepas inhibió el crecimiento de la cepa *Staphyloccoccus* aureus ATCC 25923, Amp= Ampicilina, Pen= Penicilina.

Las cepas B6y y B6z se identificaron mediante el análisis filogenético del gen 16S rRNA como miembros de la especie *Lactobacillus fermentum* Beijerinck, emend. Dellaglio, una especie del grupo de *Lactobacillus reuteri*, que es heterofermentativa y que se ha reportada previamente con cepas probióticas, que a la vez tiene propiedades antimicrobiana y efecto fisiológico antioxidativos que promueve la salud al ingerirse. Esa especie también se ha encontrado en la microbiota asociada a quesos como el Caciocavallo Silano, un quedo duro 'pasta filata' y el queso Parmigiano Reggiano.

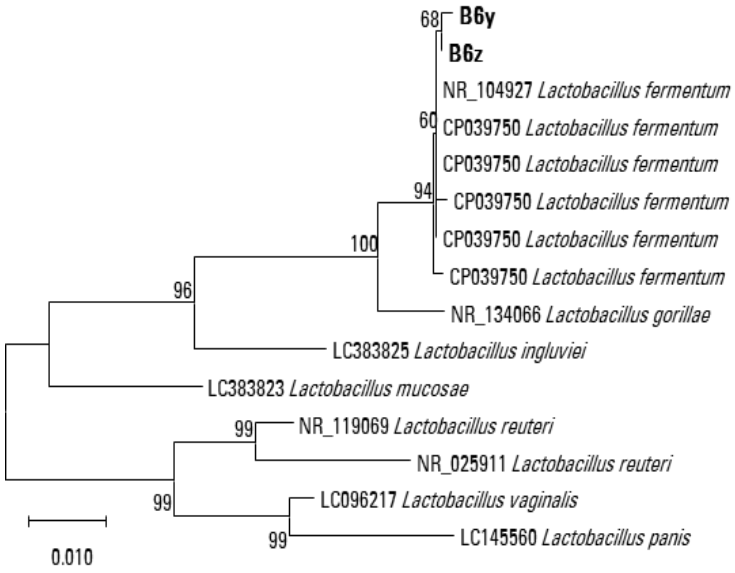


Figura 2. Árbol filogenético del gen 16S rRNA, construido con el método de máxima verosimilitud y el modelo de sustitución nucleotídica de K2P, los números en las ramas representan las repeticiones bootstrap.

CONCLUSIONES

Se seleccionaron 2 cepas como probióticos potenciales, que se identificaron como *Lactobacillus* aisladas de estiércol bovino de tres granjas productoras de leche de la región Altos sur del estado de Jalisco.

REFERENCIAS

Celebioglu HU, Olesen SV, Prehn K, Lahtinen SJ, Brix S, Abou-Hachem M, Svensson B. 2017. Mucin-and carbohydrate-stimulated adhesion and subproteome changes of the probiotic bacterium *Lactobacillus acidophilus* NCFM. J Proteomics, 163:102-110.

Fernández S, Fraga M, Silveyra E, Trombert AN, Rabaza A, Pla M, Zunino P. 2018. Probiotic properties of native *Lactobacillus* spp. strains for dairy calves. Benef Microbes, 9:613-624.

Gómez NC, Ramiro JM, Quecan BX, de Melo Franco BD. 2016. Use of potential probiotic lactic acid bacteria (LAB) biofilms for the control of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* Typhimurium, and *Escherichia coli* O157: H7 biofilms formation. Front Microbiol, 7:863.

Hall TA. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symp. Ser, 41:95-98.

Kumar S, Stecher G, Li M, Knyaz C, and Tamura K. 2018 MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. Mol Biol Evol, 35:1547-1549.

Pellegrino MS, Frola ID, Natanael B, Gobelli D, Nader-Macias ME, Bogni CI. 2019. *In vitro* characterization of lactic acid bacteria isolated from bovine milk as potential probiotic strains to prevent bovine mastitis. Probiotics Antimicro, 11:74-84.

Sharma K, Mahajan R, Attri S, Goel G. 2017. Selection of indigenous *Lactobacillus paracasei* CD 4 and *Lactobacillus gastricus* BTM 7 as probiotic: assessment of traits combined with principal component analysis. J Appl Microbiol, 122: 1310-1320.

Torriani S, Felis GE, Dellaglio F. 2001. Differentiation of *Lactobacillus plantarum*, *L. pentosus*, and *L. paraplantarum* by *recA* gene sequence analysis and multiplex PCR assay with *recA* gene-derived primers. App Environ Microbiol, 67:3450-3454.

Valeriano, VD, Parungao-Balolong,MM, Kang DK. 2014. In vitro evaluation of the mucin-adhesion ability and probiotic potential of *Lactobacillus mucosae* LM 1. J Appl Microbiol, 117:485-497.

Vieco-Saiz N, Belguesmia Y, Raspoet R, Auclair E, Gancel F, Kempf I, Drider D. 2019. Benefits and inputs from lactic acid bacteria and their bacteriocins as alternatives to antibiotic growth promoters during food-animal production. Front Microbiol, 10:57.

Ward LJH, Timmins MJ. 1999. Differentiation of *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* and *Lactobacillus rhamnosus* by polymerase chain reaction. Lett App Microbiol, 29: 90-92.

Zhou JS, Pillidge CJ, Gopal PK, Gill, HS. 2005. Antibiotic susceptibility profiles of new probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. Int J Food Microbiol, 98: 211-217.

SUPLEMENTACIÓN CON TRES SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN CABRAS ALIMENTADAS CON SOCA DE SORGO DURANTE EL PERIPARTO

SUPPLEMENTATION WITH THREE AGRO-INDUSTRIAL BY-PRODUCTS ON THE PRODUCTIVE BEHAVIOR IN GOATS FEED WITH SOCA OF SORGHUM DURING THE PERIPARTUM

Rivera Salmerón, Patricia; Castellanos Pérez, Edmundo; Gallegos Robles, Miguel Ángel; y García Sánchez, Héctor Donaciano

Facultad de Agricultura y Zootecnia - Universidad Juárez del Estado de Durango
Carretera Gómez Palacio - Tlahualilo, Dgo km 35 Ej. Venecia, Dgo. Mex.
paty_rivera_88@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la suplementación con la inclusión de subproductos agroindustriales sobre el cambio de peso corporal, consumo de materia seca, producción y composición de la leche en cabras alimentadas con soca de sorgo. Se utilizaron 22 cabras con un peso promedio de 40 kg de 1 a 2 partos, las cuales permanecieron en confinamiento durante todo el periodo experimental en corraletas individuales. Las cabras se dividieron en 4 tratamientos, los tratamientos consistieron en ofrecer 3 subproductos agroindustriales en un 30% del suplemento: el primero fue un control (CON) con 30% de harina de soya, el segundo (GSD) 30% de grano seco de destilería, el tercero (GMA) con 30% de gluten de maíz, y el cuarto (ATR) 30% de acemite de trigo, estos se ofrecieron al 0.8% del peso vivo y después del parto se aumentó al 1%. Los datos obtenidos de las variables consumo de materia seca y cambio de peso, se analizaron mediante un análisis de varianza de acuerdo con un diseño completamente al azar, mientras que la producción y composición química de la leche se analizaron mediante un análisis de varianza según el diseño en medidas repetidas. No se encontraron diferencias entre tratamientos en el cambio de peso de la cabra (P = 0.89), tampoco hubo diferencias entre tratamientos en el consumo de materia seca (P = 0.33), tampoco hubo diferencia en la producción de leche (P = 0.47), sin embargo en su composición si hubo diferencias entre tratamientos, grasa (P = 0.01), solidos (P = 0.02), proteína (P = 0.02) y lactosa (P = 0.02).

ABSTRACT

The effect of supplementation with the inclusion of agroindustrial by-products on body weight change, dry matter intake, milk production and composition in goats fed with soca of

sorghum was evaluated. 22 goats with an average weight of 40 kg from 1 to 2 calvings were used, which remained in confinement throughout the experimental period in individual corraletas. The goats were divided into 4 treatments, the treatments consisted of offering 3 agro-industrial by-products in 30% of the supplement: the first was a control (CON) with 30% of soybean meal, the second (GSD) 30% of dry grain of distillery, the third (GMA) with 30% corn gluten, and the fourth (ATR) 30% wheat cemite, these were offered at 0.8% of live weight and after calving it was increased to 1%. The data obtained from the variables dry matter intake and weight change were analyzed using an analysis of variance according to a completely randomized design, while the production and chemical composition of milk were analyzed using an analysis of variance according to the design in repeated measures. No differences were found between treatments in the change of weight of the goat (P = 0.89), there were no differences between treatments in dry matter intake (P = 0.33), there was no difference in the production of milk (P = 0.47), however in its composition there were differences between treatments, fat (P = 0.01), solid (P = 0.02), protein (P = 0.02) and lactose (P = 0.02).

INTRODUCCIÓN

Una de las principales limitantes en la alimentación del ganado caprino es la baja disponibilidad de forraje por lo que los productores se ven obligados a utilizar los residuos de cosecha y forrajes nativos cuya calidad nutritiva es baja (Escareño et al., 2011). Males (1987) reporta que en los residuos de cosecha es común encontrar menos de 6% de proteína, más de 60 % de FND y más de 40 % de FAD, por lo que el consumo y la digestibilidad de estos materiales es menor a 55 %. Los periodos de mayor demanda nutricional en las cabras son durante el crecimiento, al final de la gestación y principio de lactación, durante los cuales hay que prestarles el máximo de atención, además cabe destacar que la cabra tiende a abortar ante restricciones nutricionales fuertes durante la gestación (Gioffredo y Petryna, 2010). En los partos de invierno y primavera, el pastizal natural se encuentra en estado de reposo vegetativo y presenta una muy baja calidad forrajera, por lo cual las cabras gestantes y en lactancia no alcanzan a cubrir sus requerimientos nutritivos. La suplementación estratégica puede incrementar la supervivencia del ganado, reducir perdidas de peso y condición corporal durante crisis forrajeras. La suplementación proteica es necesaria para incrementar el consumo y la digestibilidad de los forrajes de baja calidad (Soto y Reinoso, 2007). La utilización de subproductos agroindustriales en los programas de suplementación permiten disminuir los

costos de producción, y aportar nutrientes para el ganado (Cuesta y Conde, 2002). Oviedo et al., (2011) reportaron incrementos de peso al evaluar el efecto de la suplementación con semilla de algodón y melaza durante la época seca, además de ser una alternativa económicamente viable. Sin embargo, la información científica sobre el uso de subproductos agroindustriales en la dieta de caprinos es muy limitada por lo que se realizó un estudio para evaluar el efecto de diferentes subproductos agroindustriales sobre la digestibilidad de soca de sorgo en cabras en periparto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las postas caprinas de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango en el ejido Venecia, Durango, ubicado en el km. 35 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo. 25º46'56" Latitud N; 103º21'02" Longitud W (INEGI, 2016). La duración del periodo experimental fue de 10 semanas (1 mes antes del parto y 1 mes y medio después de este). Se utilizaron 22 cabras gestantes con un peso promedio de 40 kg de 1 a 2 partos, las cuales permanecieron en confinamiento durante todo el periodo experimental en corraletas individuales. Las cabras se asignaron aleatoriamente a uno de cuatro tratamientos en un diseño completamente al azar, a los cuatro grupos se les ofreció soca de sorgo como dieta base al 2.2% de su peso vivo. La soca de sorgo y los suplementos se ofrecieron de forma individual diariamente a las 07:00 h. El consumo de soca de sorgo se determinó ofreciendo un excedente del 10% al consumo del día anterior pesando el alimento ofrecido y rechazado diariamente. Los tratamientos consistieron en ofrecer 4 diferentes suplementos incluyendo subproductos agroindustriales en un 30% del suplemento (Cuadro 1). El grupo control (CON) con 30% de harina de soya, el segundo (GSD) 30% de grano seco de destilería, el tercero (GMA) con 30% de gluten de maíz, y el cuarto (ATR) 30% de acemite de trigo, los suplementos se ofrecieron al 0.8% del peso vivo antes del parto y después de este se aumentó al 1%.

Para el cambio de peso corporal, se pesaron a los animales 2 días consecutivos a la misma hora, esto se realizó al inicio, después del parto y al final del periodo experimental.

La producción de leche se registró cada 2 semanas, las cabras se ordeñaron manualmente en la mañana y se registró su producción, se tomó una submuestra de 100ml. Las muestras se analizaron por medio de un analizador para leche (LactiCheckTMLC-01).

Los datos obtenidos relacionados con las variables consumo de MS y cambio de peso se analizaron mediante un análisis de varianza de acuerdo con un diseño completamente al

azar, mientras que la producción y composición química de la leche se analizaron mediante un análisis de varianza según el diseño en medidas repetidas.

Cuadro 1. Ingredientes utilizados en la elaboración de los suplementos y composición química.

Ingrediente %	Tratamiento[1]			
	CON	GSD	GMA	ATR
Harina de soya	30			
Grano seco de destilería		30		
Gluten de maíz			30	
Acemite de trigo				30
Melaza de caña de azúcar	15	15	15	15
Urea	0.5	2.9	2.7	3
Cascarilla de soya	27	27	27	27
Sorgo rolado	27.5	25.1	25.3	25
Aportes de nutrientes				
Energía, Mcal ED	3.56	3.50	3.47	3.27
Proteína, %	21.71	21.77	21.81	21.15
Costo, Kg	$4.53	$3.87	$5.97	$3.67
Costo/animal/día	$1.45	$1.24	$1.91	$1.17

[1]Tratamiento: CON= 30% de soya; GSD= 30% de grano seco de destilería; GMA= 30% de gluten de maíz; ATR= 30% de acemite de trigo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cambio de peso vivo de las cabras del parto al destete de la cría fue similar entre tratamientos (P = 0.89), sin embargo las menores perdidas de peso se obtuvieron con el tratamiento GMA -0.04 g, seguidas del CON y GSD -0.05 g, y por último el ATR con -0.06 g, ya que como menciona Gioffredo y Petryna (2010) entre los periodos de mayor demanda nutricional se encuentra el inicio de lactación y se pueden producir perdidas por la movilización de los nutrientes para la producción de leche, sin embargo podemos observar que las pérdidas de peso son menores coincidiendo con Soto y Reinoso (2007) ya que la suplementación puede reducir las pérdidas de peso y condición corporal cuando se utilizan forrajes de baja calidad en la alimentación del ganado.

No hubo diferencias entre tratamientos en el consumo de MS en cabras al parto (P = 0.16) sin embargo los mayores consumos se obtuvieron con él CON 1141.44 g, seguido del GMA 992.75 g, GSD 983.89 g y ATR 969.60 g, en el consumo de MS de la cabra del parto al destete de la cría sucedió algo similar al anterior donde tampoco se encontraron diferencias

entre tratamientos (P = 0.33) donde también los mayores consumos fueron para el CON 1414.77 g, seguido del GMA 1355.09 g, GSD 1316.31 g, y por ultimo ATR 1127.42 g. En un trabajo realizado por Rodríguez et al., (2013) se midió el efecto de la fuente de materia prima utilizada en la suplementación de rumiantes, suplemento 1 (harina de soya + harina de maíz), suplemento 2 (harina de soya + salvado de trigo) y suplemento 3 (granos de destilería), donde tampoco hubo diferencias en los consumos de MS entre tratamientos.

En la Figura 1 se muestra la producción promedio de leche en donde se puede observar que no hubo diferencias entre tratamientos sin embargo la mayor producción se obtuvo en el CON (628.33 ml) seguida del GMA (627.33 ml), el ATR (543.89 ml) y por último el GSD (543.33 ml). Luna-Orozco et al. (2015) evaluó el efecto de un suplemento en cabras preñadas a diferentes tiempos de preñez (grupo 1: 35 días antes del parto; grupo 2: 15 días antes del parto) contra un control sin suplementación, aunque hubo diferencias entre las cabras suplementadas y el control, no hubo entre los dos grupos de cabras suplementadas.

En el Cuadro 2 se observan los componentes promedio de la leche donde si hubo diferencias entre los tratamientos, en lo que respecta al porcentaje de grasa (P = 0.01) el mayor porcentaje se obtuvo con el tratamiento ATR; en el porcentaje de solidos (P = 0.02), proteína (P = 0.02) y lactosa (P = 0.02) sucedió algo similar ya que el mayor porcentaje se obtuvo en el tratamiento GMA.

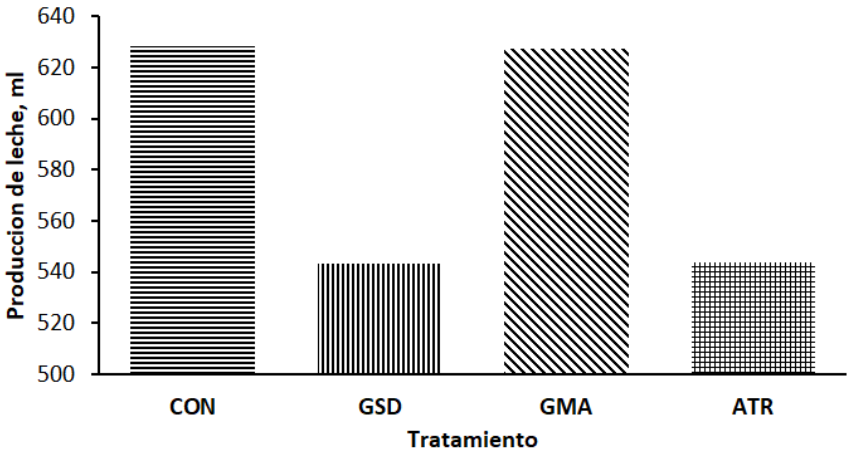


Figura 1. Producción promedio de leche en cabras suplementadas durante el periparto con tres subproductos agroindustriales y alimentadas con soca de sorgo.

Cuadro 2. Contenido promedio de los componentes químicos de la leche en cabras suplementadas durante el periparto con tres subproductos agroindustriales y alimentadas con soca de sorgo.

	Tratamiento[1]				
Componente %	CON	GSD	GMA	ATR	P
Grasa	2.66^{c}	2.98^{bc}	3.49^{ab}	3.89^{a}	0.01
Solidos	8.97^{ab}	8.77^{b}	9.12^{a}	8.75^{b}	0.02
Proteína	2.99^{ab}	2.92^{b}	3.06^{a}	2.92^{ab}	0.02
Lactosa	5.31^{ab}	5.20^{bc}	5.39^{a}	5.17^{c}	0.02

[1]Tratamiento: CON= 30% de soya; GSD= 30% de grano seco de destilería; GMA= 30% de gluten de maíz; ATR= 30% de acemite de trigo.
^{abc} hileras con literales diferentes, difieren a la probabilidad indicada.

CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos se concluye que es factible sustituir la harina de soya por diferentes subproductos agroindustriales como grano seco de destilería, gluten de maíz o acemite de trigo en la suplementación de cabras durante el periparto sin afectar el comportamiento productivo, ya que las cabras tuvieron un comportamiento similar.

REFERENCIAS

Cuesta, A. y Conde, A. 2002. Potencial de subproductos agroindustriales y su mejoramiento a través de tratamientos químicos. Zoo Ciencia. Revista de Divulgación Técnica y Científica de Zootecnia Año 1 Volumen 1. p.1-4.

Escareño, S. L., Wurzinger, M., Pastor, L. F., Salinas, H., Sölkner, J. e Iñiguez, L. 2011. La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el norte de México. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, 17(SPE.), 235-246.

INEGI. 2016. Google earth plus (Plataforma Geoespacial).

Luna-Orozco, J.R., Meza-Herrera, C.A., Contreras-Villareal, V., Hernández-Macías, N., Angel-Garcia, O., Carrillo, E., Mellado, M., Veliz-Deras, F.G. (2015). Effects of supplementation during late gestation on goat performance and behavior under rangeland conditions. Journal of Animal Science. 93:1-8.

Males, J. R. 1987. Optimizing the utilization of cereal crop residues for beef cattle. J. Anim. Sci. 65:1124.

Oviedo, C., Pastrana, Á., Maza, L., Salgado, R., & Vergara, O. (2011). Suplementación de terneras lactantes doble propósito en la época seca en el valle medio del Sinú, Colombia. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 14(1): 57 - 62, 2011.

Rodríguez D., Tuero O. y Sarduy L. 2013. Fuentes de materias primas en el concentrado para evaluar el comportamiento productivo de toros mestizos Holstein alimentados con forraje de caña de azúcar. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 47, Número 1, 2013

Soto, C. y Reinoso, V. 2007. Suplementación proteica en ganado de carne. Rev. Soc. Vet. Del Uruguay (Montevideo). 42(167):27-34.

SUSCEPTIBILIDAD DE PARÁSITOS DE EQUINOS CON LA COMBINACIÓN DE CLOSANTEL-FENBENDAZOL Y FACTORES RELACIONADOS

SUSCEPTIBILITY OF EQUINE PARASITES TO THE COMBINATION OF CLOSANTEL-FENBENDAZOLE AND RELATED FACTORS

Ángel-Sahagún Cesar Andrés[1], Barrón Bravo Oscar Guadalupe[2]*, Hernández Bocanegra Ángel Issac[1], Ávila Ramos Fidel[1], Jaime Hernández Aylín Elena[1].

[1]Departamento de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato. División de Ciencias de la Vida, Carretera Irapuato-Silao km 9, ExHda. El Copal, Irapuato, Guanajuato, México. CP 36824. [2]INIFAP Campo Experimental las Huastecas, Altamira, Tamaulipas. Campo Experimental las Huastecas, Carretera Tampico-Mante km 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas, México. CP 89610. Autor de correspondencia: oscarbarronb@hotmail.com*

RESUMEN

Los nematodos gastrointestinales pueden causar graves problemas de salud en los equinos a nivel mundial. El objetivo del estudio fue determinar la susceptibilidad de parásitos de equinos a la combinación de closantel-fenbendazol y los factores relacionados. Se realizó un muestreo de heces de equinos en cinco granjas en Irapuato y Pénjamo, Guanajuato. Se registraron los datos de edad, peso y procedencia. Se administraron los antihelmínticos el desparasitante de fenbendazol y closantel, (10 mg/kg para ambos). Se utilizó la técnica de McMaster antes de aplicar el desparasitante, se tomaron muestras 15 días después del tratamiento determinando el número de Huevos por Gramo de Heces (HPGH) registrando la edad, peso y procedencia. Se realizó un análisis de varianza con diseño factorial y la prueba de diferencia mínima significativa. Se encontraron muestras positivas a *Strongylus* spp. con una prevalencia de 53.2%, el factor Procedencia resultó significativo ($P<0.05$), no hubo efecto de interacciones entre los factores. El mayor número de HPGH fue en Irapuato de 860.7 al día 0 y se redujo a 112.8 postratamiento. El factor procedencia influyó en el control de parásitos en equinos con la combinación de closantel-fenbendazol.

ABSTRACT

Gastrointestinal nematodes can cause serious health problems in equines worldwide. The objective of the study was to determine the susceptibility of equine parasites to the combination of closantel-fenbendazole and related factors. Equine feces were sampled at five farms in Irapuato and Pénjamo, Guanajuato. Age, weight and provenance data were recorded. The anthelmintics were administered the dewormer of fenbendazole and closantel, (10 mg / kg for both). The McMaster technique was used before applying the

dewormer, samples were taken 15 days after treatment, determining the number of Eggs per Gram of Feces (HPGH), recording the age, weight and provenance. An analysis of variance with factorial design and the least significant difference test were performed. Positive samples for Strongylus spp. With a prevalence of 53.2%, the Provenance factor was significant (P <0.05), there was no effect of interactions between the factors. The highest number of HPGH was in Irapuato from 860.7 on day 0 and decreased to 112.8 after treatment. The provenance factor influenced the control of parasites in equines with the combination of closantel-fenbendazole.

INTRODUCCIÓN

Las estrategias de control de parásitos en equinos son muy importantes debido a los problemas que pueden generar, desde anemia, pérdida de peso y la muerte en algunos animales, también la resistencia que pueden generar los parásitos hace que sea más difícil su control (García *et al*., 2013; Gokbulut y McKellar, 2018). La estrongilosis en equinos es una enfermedad causada por infestaciones debidas a la presencia y acción de varias especies de nemátodos de la familia *Strongylidae* que se divide en las subfamilias *Strongylinae* o grandes *Strongylus* de los cuales *S. vulgaris*, *S. equinus* y *S. edentatus* y *Cyathostominae* o pequeños *Strongylus* los cuales incluyen más de 50 especies diferentes (Nielsen *et al*., 2014b; Gonzales-Viera *et al*., 2019).

Los *Strongylus* son los parásitos nematodos más comunes en los equinos, los grandes *Strongylus* son parásitos frecuentes del intestino grueso de los equinos, desde donde las larvas migran de manera compleja a todo el organismo y son responsables de problemas variados y a menudo graves (Morales *et al*., 2010). En la actualidad se han reportado alrededor del mundo numerosos casos de reducción en la eficiencia de los tratamientos antihelmínticos, y se propone la necesidad de reestructurar los esquemas de desparasitación (Lester *et al*., 2017). La resistencia del parásito a los medicamentos antihelmínticos es de gran preocupación. El fenbendazol es un antihelmíntico del grupo de los benzimidazoles útil para varios parásitos en caballos, bovinos, porcinos, perros, gatos, entre otros, generalmente su administración es oral. La resistencia de los *Strongylus* al fenbendazol (FBZ) y otros medicamentos antihelmínticos se ha documentado en equinos de todo el mundo (García *et al*., 2013).

El Closantel es un fármaco que pertenece al grupo de las salicilanidas, es utilizado como desparasitante de amplio espectro ya que tiene efecto nematicida, trematocida, y acaricida, su actividad en equinos fue determinada en una formulación oral en infecciones naturales

y experimentales de *Strongylus* demostrando excelente actividad en caballos (Guerrero *et al*., 1983). Las combinaciones de antihelmínticos potencializan el efecto por las diferentes propiedades farmacológicas y mecanismos de acción de los componentes, también hace más amplio el espectro, además esto ayuda a retrasar la selección de genes resistentes (Gokbulut *et al*., 2018).

Se deben sumar esfuerzos para desarrollar mejores estrategias en el control de parásitos, es necesaria la investigación y la difusión del conocimiento sobre esquemas de desparasitación, la resistencia y del efecto que han tenido sobre otros organismos no son su objetivo (Barrón-Bravo *et al*., 2020), así como el uso de las estrategias como el manejo integrado de plagas con información que permita tomar decisiones acertadas (Buzatu *et al*., 2015; Easton *et al*., 2016). Por todo lo antes mencionado el objetivo del presente estudio fue determinar la susceptibilidad de parásitos de equinos a la combinación de closantel-fenbendazol y los factores relacionados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Para los nematodos parásitos gastrointestinales las muestras para el estudio coproparasitoscópico fueron obtenidas de equinos de los municipios de Irapuato y Pénjamo. En cada locación realizó el manejo y la sujeción de cada equino para obtener heces fecales directamente del recto y a través del ano. Las muestras fueron colocadas en empaques de plástico extrayendo el aire de su interior en lo posible antes de ser cerradas y se transportaron al laboratorio en hielera a una temperatura de 4±1°C, se registraron de cada muestra con los siguientes datos: identificación del animal, fecha y granja a la que pertenecía. De cada animal muestreado se registraron los datos de sexo, raza, peso y edad (Lester *et al*., 2017).

Desarrollo experimental

Una vez obtenida la muestra se administró el desparasitante en forma de pasta vía oral el cual contenía fenbendazol (6.0 g) y closantel (6.0 g) en una presentación de jeringa con 30 gramos para un equino de 600 Kg (dosis recomendada por el fabricante) y se aplicó a razón de 10 mg/kg para ambos antihelmínticos. Las muestras se examinaron mediante una técnica de McMaster considerando como Día 0 la muestra tomada antes de aplicar el

desparasitante posteriormente examinó otra muestra fecal del mismo animal al día 15 postratamiento.

Análisis estadísticos

Con los resultados de la evaluación de los antihelmínticos en campo, se realizaron tres Análisis de Varianza con diseño factorial, en los cuales que la variable dependiente fueron: en el primero el conteo de huevos por gramo de heces (HPGH) al día 0, en el segundo el conteo de HPGH al día 15 después de aplicado el desparasitante, y en el tercero fue el conteo de HPGH en ambos días (0 y 15), como variables independientes o factores se incluyeron en los dos primeros análisis: la edad en años con 5 niveles: 1) 0-1.9, 2) 2-4.9, 3) 5-9.9, 4) 10-14.9 y 5) ≥15, el peso en Kg con cuatro niveles: 1) 0-199, 2) 200-299, 3) 300-399, y 4) ≥400, la procedencia se dividió por granjas muestreadas con 5 niveles: 1) Zona 1 (Irapuato), 2) Zona 2 (Irapuato), 3) Zona 3 (Irapuato), 4) Zona 4 (Pénjamo) y 5) Zona 5 (Irapuato), el sexo con dos niveles: 1) Macho 2) Hembra, y en el tercer análisis se incluyó el factor día con dos niveles 1) Antes de aplicar el desparasitante (Día 0), y 2) Después de aplicar el desparasitante (Día 15). Los datos obtenidos fueron analizados en el programa estadístico Statgraphics y las diferencias entre medias fueron analizadas con el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS). Las interacciones de primer orden fueron evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron en total 102 registros completos de equinos para este experimento con la edad, el peso y la zona, con una prevalencia general de 53.2% de parásitos *Strongylus* spp. La importancia del control de los parásitos en los animales se divide en varias actividades para complementar un manejo integrado el cual se basa en el conocimiento, una de ellas de gran importancia es el monitoreo de las poblaciones de parásitos que tiene una dinámica constante, esto se estudia a nivel mundial (García *et al*., 2013), en América del Sur Bedoya *et al*. (2011), realizaron un estudio coproparasitoscópico con 200 équidos (caballos, mulas y asnos) de diferentes zonas del municipio de Santander, Colombia, los autores reportan un 92% de prevalencia de parásitos, encontrando *Trichostrongylus* sp. con un 90%, *Trichonema* spp. con 14% y solo el 3% con *Strongylus* spp., estos resultados son superiores a los encontrados en el presente estudio en la prevalencia de parásitos, pero por debajo de lo encontrado en *Strongylus* spp., esto puede ser debido a las condiciones climáticas de este estudio ya que se tiene un clima más cálido y húmedo, condiciones que influyen en la diversidad y cantidad de parásitos en los animales. Los factores edad y sexo también fueron

analizados encontrando *Trichostrongylus* sp. en todas las edades analizadas, y *Strongylus* spp. se encontró en animales de 2 y ≥9 años, los autores mencionan que la edad y el sexo no marcan diferencia en cuanto a resistencia o infestación, lo cual es similar a lo encontrado en el análisis de varianza del presente estudio, pero diferente a los resultados de la prueba DMS, probablemente estas diferencias en los resultados estuvieron influenciadas por las condiciones ambientales, la procedencia y diversidad de los animales muestreados o al manejo que se les realiza a los animales incluidos en ambos estudios.

Conteo de huevos por gramo de heces

Para el HPGH al día 0, con el factor Procedencia, el mayor conteo fue para la Zona 5 con 860.7 y el menor para la Zona 4 con 162.1. Para el HPGH al día 15 después de la aplicación con el desparasitante de la misma manera Procedencia resultó estadísticamente significativo ($P<0.05$), el mayor conteo de HPGH fue para la zona 5 con 112.8 y el menor para la Zona 3 de 2.8 (Cuadro 1). Caffe *et al*. (2018), en Argentina se estudiaron muestras de 28 equinos (yeguas madres y sus potrancas) utilizadas para deporte, los investigadores realizaron una evaluación *in vivo*, utilizando tratamientos con ivermectina a una concentración de 0.2% mg/kg, los autores realizaron estudios coprológicos pre y postratamiento para observar la disminución de HPGH, encontrando HPGH de 592 en yeguas madres y 1.404 HPGH en sus potrancas, por lo que los autores mencionan que es un hecho común que los valores del HPGH en animales jóvenes resulten mayores (probablemente por una menor inmunidad relativa) en relación a los adultos, la eficacia en la prueba de reducción del conteo fecal de huevos (RCFH) fue del 99% en yeguas y del 100% en potrancas, resultados que difieren a los encontrados en el presente estudio probablemente por las diferencias entre los tratamientos y la combinación en usada (closantel-fenbendazol), también porque los animales muestreados por los autores son desparasitados constantemente por los propietarios con ivermectina sin evidencia de la necesidad, también mencionan los autores que las poblaciones parasitarias también difieren en función de los antecedentes previos de pastoreo, la edad de los hospedadores e incluso la raza y el sexo de los equinos.

Análisis de varianza y factores estudiados

La media general para los factores fueron en edad 7.9 años y 367.4 Kg. El factor Procedencia resultó estadísticamente significativos en los análisis factoriales 1° y 2°

(P<0.05) y altamente significativo en el 3° análisis. No hubo efecto de interacciones entre los factores. Los resultados del análisis de varianza para HPGH se presentan en el Cuadro 1. Sanna *et al*. (2016), en Sardinia, Italia realizaron pruebas con diferentes antihelmínticos (lactonas macrocíclicas y benzimidazoles) entre ellos el fenbendazol, en 74 caballos (40 hembras y 34 machos) entre 6 meses y 6 años de edad, los autores utilizaron la técnica de McMaster para determinar la prueba de RCFH evaluando antes de la aplicación del producto y nuevamente en diferentes periodos de tiempo desde 0 hasta 150 días después de la aplicación del tratamiento, los resultados que autores obtuvieron fueron conteos de HPGH de 997.5 hasta 1906 al día 0, y a los 14 días en la prueba de RCFH fueron de una reducción del 99%, resultados que son mayores en comparación con el presente estudio, lo cual probablemente sea debido a los diferentes antihelmínticos utilizados y que no utilizaron mezclas de antihelmínticos, además de las condiciones del lugar de procedencia de las muestras en cuanto a la insularidad, es decir, los límites naturales impiden la introducción de poblaciones de parásitos resistentes, y a la frecuencia de los tratamientos antihelmínticos en la isla (2 veces al año) (Montinaro *et al*., 2002), por lo que la presión para la selección de resistencia es mínima y el clima templado permite una alta tasa de supervivencia de L3 durante todo el año, preservando así la cantidad de esas etapas parasitarias que no entran en contacto con los parasiticidas y no se seleccionan para resistencia (Nielsen *et al*., 2014a).

Los estudios de parásitos nematodos gastrointestinales en los animales se ven limitados por la dificultad de obtener larvas infectivas a nivel laboratorio para las pruebas *in vitro*, por lo que la opción de realizar estas pruebas en campo es muy importante para todos los relacionados en la producción y salud animal, desde productores y profesionistas hasta laboratorios. Los monitoreos de parásitos y los factores que influyen en la susceptibilidad a los antihelmínticos deben seguir investigándose, así como las combinaciones entre estos ya que contribuyen a evitar la generación de resistencia y de son la base del control de los parásitos y el manejo integrado de plagas.

CUADRO 1. Susceptibilidad de nematodos gastrointestinales de equinos al closantel-fenbendazol con la Técnica de McMaster. HPGH: huevos por gramo de heces; Tx: tratamiento de combinación de antihelmínticos; diferente literal expresa diferencias significativas DMS P<0.05 en cada factor por columna; NS: no significativa: *P<0.05; **P<0.01; (): error estándar.

ANDEVA			**1°**	**2°**		**3°**
FACTORES	**Niveles**	***n***	**HPGH Día 0**	**HPGH Día 15**	***n***	**HPGH**
		102			**204**	
			NS	**NS**		**NS**
EDAD (años)	1) 0-1.9	6	437.4 (132.9)a	24.1 (33.26)a	12	230.7 (113.3)a
7.92	2) 2-4.9	25	376.1 (121.6)a	10.4 (18.3)a	50	193.2 (62.5)a
	3) 5-9.9	38	285.9 (101.8)a	45.1 (15.3)a	76	165.5 (52.3)a
	4) 10-14.9	20	407.9 (140.2)a	29.6 (21.1)a	40	218.8 (72.1)a
	5) ≥15	13	270.3 (174.6)a	27.2 (26.3)a	26	148.7 (89.7)a
			NS	**NS**		**NS**
PESO (Kg)	1) 0-199	9	65.7 (177.8)a	2.2 (26.81)a	18	33.9 (91.4)a
367.4	2) 200-299	17	573.8 (156.5)b	36.0 (23.6)a	34	304.9 (80.4)ab
	3) 300-399	26	384.4 (115.5)ab	52.4 (17.4)a	52	218.4 (59.4)ab
	4) ≥400	50	398.2 (105.1)ab	18.5 (15.8)a	100	208.4 (54.0)a
			*	*		**
PROCEDENCIA	1) Zona 1	17	337.9 (132.9)a	15.6 (20.1)a	34	176.7 (68.3)a
	2) Zona 2	8	244.1 (188.9)a	9.75 (28.4)a	16	117.1 (97.1)a
	3) Zona 3	39	173.1 (93.8)a	2.8 (14.15)a	78	87.9 (48.2)a
	4) Zona 4	29	162.1 (123.4)a	15.0 (18.6)a	58	88.5 (63.4)a
	5) Zona 5	9	860.7 (193.3)b	112.8 (29.1)b	18	486.7 (99.3)b
			NS	**NS**		**NS**
SEXO	1) Macho	59	287.3 (99.1)a	27.6 (14.9)a	118	157.4 (50.9)a
	2) Hembra	43	423.8 (94.9)a	26.9 (14.3)a	86	225.3 (48.8)a
						**
DIA MUESTREO	1) Antes Tx	--	---	---	102	64.3 (47.1)a
	2) Después Tx	--	---	---	102	318.4 (47.1)b
***μ* = 191.4**	**$\bar{x}$**		**355.5**	**27.3**		

CONCLUSIONES

El factor procedencia influyó en el control de parásitos en equinos con la combinación de closantel-fenbendazol, por lo que se sospecha de reducción de la susceptibilidad en el grupo con mayor cantidad de huevos en heces después del tratamiento. En general los parásitos nematodos gastrointestinales de equinos son susceptibles a la combinación de antihelmínticos closantel-fenbendazol.

REFERENCIAS

Alonso, P. G., Romero, C. S., 2011. Determinación de los grados de resistencia antihelmíntica que presentan los pequeños *Strongylus* frente a las lactonas macrocíclicas, según el test de análisis del desarrollo de larvas (LDA) en equinos de las sabanas de Casanare. Revista de Medicina Veterinaria. 1 (21): 147-154.

Barrón-Bravo, O., Hernández-Marín, J., Gutiérrez-Chávez, A., Franco-Robles, E., Molina-Ochoa, J., Cruz-Vázquez, C., Ángel-Sahagún, C., 2020. Susceptibility of entomopathogenic nematodes to ivermectin and thiabendazole. Chemosphere. 253: 126658.

Bedoya, M. A., Arcila, V. H., Díaz, D. A., Reyes, E. A., 2011. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en équidos del municipio de Oiba, Santander. Revista Spei Domus. 7 (15): 17-23.

Buzatu, M. C., Mitrea, I. L., Miron, L., Ionita, M., 2015. Efficacy of two Anthelmintic Products on Strongyles in Horses from Stud Farms in Romania. Agriculture and Agricultural Science Procedia. 6: 293 – 298.

Caffe G., Paz B., Cerutti J., Cooper L., Signorini M. y Anziani O., 2018. Resistencia antihelmíntica en equinos. Observaciones sobre el período de reaparición de huevos luego del tratamiento con ivermectina en potrancas y yeguas madres. Revista Fave. Argentina. (17): 40-44.

Easton, S., Bartley, D. J., Hotchkiss, E., Hodgkinson, J. E., Pinchbeck, G. L. Matthews, J. B., 2016. Use of a multiple choice questionnaire to assess UK prescribing channels' knowledge of helminthology and best practice surrounding anthelmintic use in livestock and horses. Preventive Veterinary Medicine. 128: 70–77.

García, A., Brady, H. A., Nichols, W. T., Prien S., 2013. Equine Cyathostomin Resistance to Fenbendazole in Texas Horse Facilities. Journal of Equine Veterinary Science 33: 223-228.

Gokbulut, C., McKellar, Q. A., 2018. Anthelmintic Drugs used in Equine Species. Veterinary Parasitology. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.08.002

Gonzales-Viera, O., Fritz, H., Mete, A., 2019. Fatal Peritoneal Migration of *Strongylus* edentates in a Foal. J. Comp. Path. 172: 88-92.

Guerrero, J., Michael, B. F., Rohovsky, M. W., Campbell, B. P., 1983. The activity of closantel as an equine antiparasitic agent. Vet. Parasitol. 12: 71-77.

Lester, H., Morgan, E., Hodgkinson, J., Matthews, J., 2017. Analysis of strongyle egg shedding consistency in horses and factors that affect it. Journal of Equine Veterinary Science. 60: 113-+. doi: 10.1016/j.jevs.2017.04.006.

Morales, B., García, F., Coronado, T., Latouche, O., Rivero, L., Rossini, V., Bello, H., Leal, L., López, P., Rodríguez C., 2010. Síndrome de enteritis secretora crónica parasitaria por *Strongylus vulgaris* con resistencia a ivermectina en un equino pura sangre de carrera. Neotropical Helminthology. 4 (1): 71-74.

Montinaro, S., Scala, A., Battelli, G., Stancampiano, L., 2002. Epidemiologia delle infestioni gastrointestinali del cavallo. Emissione di uova di nematodi nella popolazione equina sarda. ODV. 23: 35–42.

Nielsen, M. K., Reinemeyer, C. R., Donecker, J.M., Leathwick, D.M., Marchiondo, A.A., Kaplan, R.M., 2014a. Anthelmintic resistance in equine parasites—current evidence and knowledge gaps. Vet. Parasitol. 204, 55–63.

Nielsen, M. K., Reinemeyer, C. R., Sellon D., 2014b. Equine Infectious Diseases (Second Edition). Chapter 57 Nematodes. 475-489.

Sanna, G., Pipia, A., Tamponi, C., Manca, R., Varcasia, A., Traversa, D., Scala A., 2016. Anthelmintics efficacy against intestinal *Strongyles* in horses of Sardinia, Italy. Parasite Epidemiology and Control. 1: 15–19.

TECNOLOGÍA BIOFLOC: POTENCIAL MÉTODO DE ACUACULTURA SUSTENTABLE PARA LOS ESTADOS DE COAHUILA Y DURANGO, MÉXICO

BIOFLOC TECHNOLOGY: POTENTIAL SUSTAINABLE AQUACULTURE METHOD FOR THE STATES OF COAHUILA AND DURANGO MÉXICO

[1]David Salcido-Gameros, [1 2]Gabriel Fernando Cardoza-Martínez, [1 2]Fernando Alonzo-Rojo, [2]Josué Raymundo Estrada-Arellano y [2]Miguel Ángel Garza-Martínez

[1] Laboratorio de Ictiología, Acuicultura y Pesquerías. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Av. Universidad s/n, Fraccionamiento Filadelfia, 35010 Gómez Palacio, Durango, México.
[2] Departamento de Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Av. Universidad s/n, Fraccionamiento Filadelfia, 35010 Gómez Palacio, Durango, México.
dvdsaga@gmail.com

RESUMEN

Se llevó a cabo una revisión de la condición actual de la actividad y productividad acuícola de los estados de Coahuila y Durango, poniendo énfasis sobre el potencial de desarrollo de la actividad acuícola en las regiones semidesérticas de ambos estados. Además se hace un análisis del sistema de tecnología Biofloc como una alternativa de producción de especies acuícolas de consumo tanto en regiones rurales como urbanas de dichos estados. En este trabajo se revisaron las bases de datos y registros de la producción acuícola que se ha generado durante los últimos años, luego se compararon y analizaron los alcances sociales, económicos y medio ambientales que esta actividad puede llegar a influir en la población de los estados de Durango y Coahuila. Finalmente se hizo una comparación de las ventajas y desventajas que la tecnología Biofloc como un proyecto alternativo para desarrollar esta tecnología acuícola en condiciones ambientales de la región semidesértica de ambos estados.

ABSTRACT

A review of the current status of the aquaculture activity and productivity of the states of Coahuila y Durango was carried out, placing emphasis on the potential for the development of aquaculture activity in the semi-desert regions of both states, proposing the Biofloc technology system as a alternative for the production of aquaculture species for consumption in both rural and urban regions of said states, In our work, the databases and records of aquaculture production that have been generated in recent years were reviewed, afterwards the reach social, economic and environmental implications that this activity can

influence the population of the states of Durango and Coahuila were compared and analyzed. Finally, a comparison was made of the advantages and disadvantages of Biofloc technology as an alternative project to develop this aquaculture technology in environmental conditions of the semi-desert region of both states.

INTRODUCCIÓN

Desde la década de los 80´s, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), ha señalado que la actividad pesquera mundial de organismos silvestres en mares y aguas continentales ha mantenido los mismos volúmenes de producción hasta nuestras fechas, principalmente por la sobrepesca acumulada desde décadas pasadas. Sin embargo, la demanda de productos pesqueros para alimentar a una creciente población, encausó que la Acuacultura (especialmente la continental) se desarrollara a una mayor escala para cubrir la gran demanda de productos pesqueros, a tal medida que esta actividad productiva llegó a superar en el año 2016 en un 440% a la pesca de captura continental (FAO, 2018). Gran parte del éxito en la producción de distintas especies acuícolas, se debe mayormente a que es un sector productivo muy dinámico que logra incrementar su volumen de producción a través de técnicas de cría y cultivo junto con la aplicación de tecnología que permite recrear medio ambientes controlados, y que a diferencia de la pesca convencional, ésta no depende del crecimiento natural de las poblaciones en ecosistemas nativos (Magallón-Barajas *et al*, 2007, Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable, 2018).

México destaca en ser uno de los 10 países mayores productores de tilapia en el mundo (Tveteras, 2016), y en términos económicos, esta actividad primaria genera para el país según datos de la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura (CONAPESCA) del año 2017, tan solo por la producción de camarón (*Litopenaeus vannamei*) y tilapia (*Oreochromis spp.*) una derrama económica con un valor aproximado de 20 mil millones de pesos. Por otra parte, los estados de Coahuila y Durango que generalmente son productores de especies como carpa (*Cyprinus carpio*), bagre (*Ictalurus punctatus*) y tilapia (*Oreochromis spp*), existen aproximadamente 121 Unidades de Producción Acuícola con una superficie de producción de 169 hectáreas, de las cuales ambos estados aportan en conjunto un equivalente al 0.43% de la producción acuícola nacional o un 4.14% de la producción acuícola de las 14 entidades productivas sin litoral de acuerdo con datos de la CONAPESCA (2017).

La tecnología biofloc (Biofloc Technology System o BFT) es un sistema de producción acuícola que se basa en aprovechar y reciclar los residuos de alimentos, materia orgánica y compuestos inorgánicos tóxicos de nitrógeno manteniendo una alta relación de carbono en comparación al del nitrógeno (C/N) dentro de un sistema acuático mediante la adición de cantidades precisas de productos ricos en carbono orgánico (Avnimelech *et al*, 1994), dicha adición genera porcentajes apropiados de nutrientes que estimulan el crecimiento de bacterias heterotróficas y de microrganismos quimio/foto autótrofos y heterótrofas, quienes a través de procesos de asimilación, aprovechan la fuente de carbono (azúcares, almidones o celulosas) como una fuente directa de alimento y al mismo tiempo llevan procesos de oxidación de los compuestos orgánicos e inorgánicos del nitrógeno que disminuye significativamente la toxicidad generada por la saturación de estos compuestos nitrogenados, logrando así, el desarrollo y reproducción de microorganismos en forma de flóculos, es decir, que los compuestos tóxicos se transforman en biomasa microbiana (Avnimelech, 1999 y 2006; Ebeling *et al*, 2006). Existen diversos estudios en donde han puesto en prueba los alcances que esta tecnología, reportando importantes beneficios a diferencia de los sistemas de producción convencional, como por ejemplo: un mayor aprovechamiento de los nutrientes (desechos) empleando menores volúmenes de agua (Widanarni *et al*., 2012; Collazos Lasso & Arias Castellanos, 2016), mejora la estabilidad de las condiciones ambientales en los estanques por la nitrificación de microrganismos heterótrofos (Avnimelech, 2003), existe mayor crecimiento y supervivencia en peces y crustáceos (Pérez-Fuentes *et al*, 2018; Browdy *et al*., 2009), además del mejoramiento de las condiciones fisicoquímicas en el agua para aumentar las densidades del cultivo (Avnimelech, 2011), lo que finalmente permite el maximizar el espacio y los recursos para aumentar la producción de especies acuícolas. Este sistema productivo se puede considerar como un método sustentable para el cultivo de especies acuáticas de consumo que ayuden a cubrir las necesidades alimenticias de las distintas regiones rurales y urbanas de los estados de Durango y Coahuila, y que al mismo tiempo los impactos en el ambiente sean mínimos con un uso responsable del agua (Avnimelech, 2009). Por ello, es de vital importancia el fomentar las investigaciones y el desarrollo de prácticas acuícolas tecnificadas como la BFT con un enfoque científico orientado a las condiciones sociales y medioambientales de Coahuila y Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisaron las bases de datos de los anuarios estadísticos de acuacultura y pesca de la CONAPESCA de los años 2012 y 2017 de los cuales se obtuvieron registros desde el año 2008 hasta el 2017 en el que se desarrolló una base de datos con información sobre la productividad acuícola anual, valor de la producción acuícola, número de Unidades de Producción Acuícola (UPA) y su superficie de producción y la población y empresas activas en la actividad acuícola, además de datos de las características de infraestructura y capacidad hidráulica y precipitación anual. Los datos de la información recabada de ambos estados se compararon con las características productivas acuícolas e infraestructura hidráulica con algunos estados de la republica que no cuenten con litoral. Finalmente se consultó bibliografía de investigaciones sobre biofloc en los que desarrollaron pruebas y se enlistaron registros sobre productividad, rendimiento alimenticio y consumo de agua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el año 2017, los estados de Coahuila y Durango se ubicaron en los números 10 y 7 respectivamente en volumen productivo de especies acuícolas dentro de los 14 estados acuacultores sin litoral en el año 2017 (Figura 1), su producción fue equivalente a 1,749 toneladas de peces (635 de Coahuila y 1,114 de Durango) de las especies bagre (*Ictalurus punctatus*), carpa (*Cyprinus carpio*), lobina (*Micropterus salmoides*), tilapia (*Oreochromis spp.*), trucha (*Oncorhynchus mykiss*) y otras (Figura 2). Los registros de volumen de producción de la CONAPESCA (2012 y 2017) que van del año 2003 hasta el 2017 (Figura 3), se muestra que año 2011, fue uno de los más productivos para ambas entidades, en donde Durango produjo más de 4,800 toneladas, mientras que Coahuila produjo arriba de 1,300 toneladas de productos acuícolas, lo que representó para ese año una aportación de ambos estados equivalente al 2.36% de la producción nacional y lo que en años subsecuentes este porcentaje fue disminuyendo considerablemente hasta al año 2017 que fue de un 0.43%. Se desconocen las causas precisas de esta tendencia de disminución de los últimos años, aunque la falta de apoyos y financiamientos para los estados de Coahuila y Durango y particularmente en la mayoría de los estados sin litoral, puede ser una limitante de fomento al crecimiento y desarrollo de la actividad acuícola ya que en México, el apoyo al sector pesquero nacional fue de más de 6 mil millones de pesos en el año 2017 y en promedio el financiamiento al sector acuícola del año 2008 al 2017 fue de 1,515 millones de pesos, sin embargo, en el ejercicio 2017 del total del apoyo al sector pesquero, un 18% (1,122,330,000 pesos) del recurso fue dirigido a los estados sin litoral, aunque solo 7 de

ellos fueron quienes recibieron el apoyo del cual el 97.4% fue dirigido únicamente al Estado de México, mientras que Coahuila y Durango fueron uno de los estados que no recibió alguna aportación financiera en ese año.

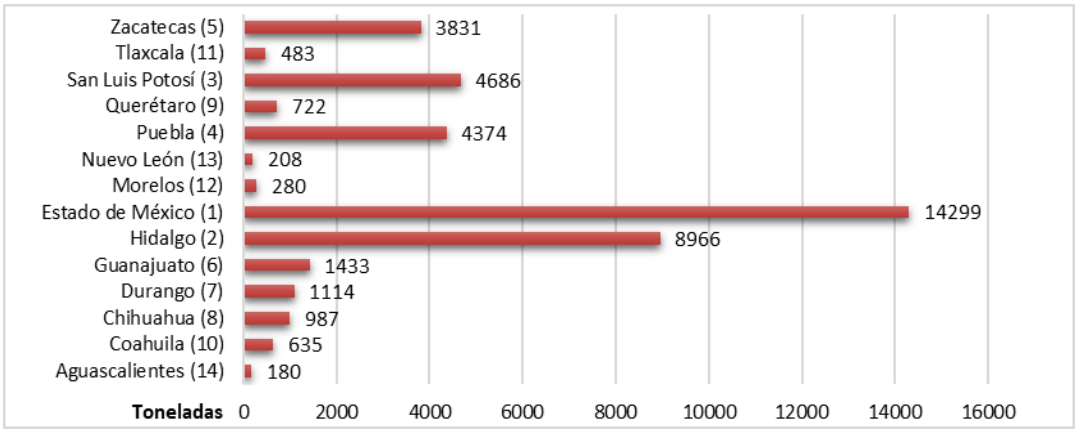


Figura 1. Producción acuícola en las entidades federativas sin litoral de año 2017 (CONAPESCA, 2017).

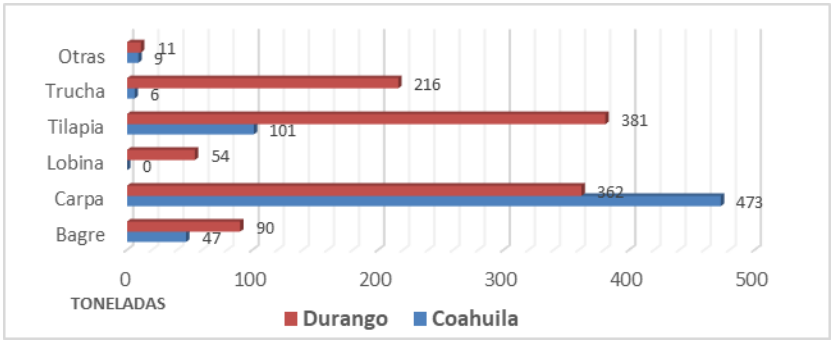


Figura 2. Producción acuícola por especies para Coahuila y Durango en 2017 (CONAPESCA, 2017).

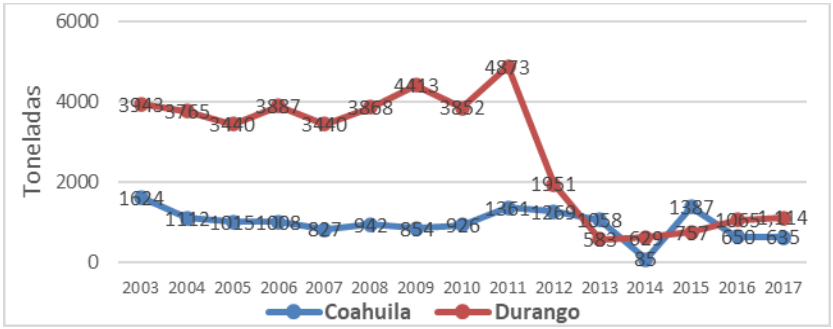


Figura 3. Producción acuícola en los estados de Coahuila y Durango del periodo 2003 - 2017 (CONAPESCA, 2017).

Este mismo factor puede estar también relacionado a la escasa superficie productiva y participación demográfica de productores, trabajadores y empresarios dedicados a este rubro; en el caso de Coahuila se cuentan con 62 hectáreas de producción acuícola con 15 UPA´s relacionadas con 53 trabajadores y 18 empresas mientras que Durango cuenta con 107 hectáreas de producción con 106 UPA´s relacionadas con 446 trabajadores y 33 empresas, por lo anterior se sugiere que escaso o nulo apoyo en los últimos años a los estados de Coahuila y Durango ha generado un rezago es su sector acuícola ya que los apoyos económicos a los estados son necesarias e importantes para crear infraestructura, transferencia de tecnología, créditos y subsidios a los involucrados para generar cadenas de producción, distribución y consumo que promueva y estimule la inserción, permanencia y ampliación a este sector (Platas-Rosado y Vilaboa-Arroniz, 2014).

Uno de los recursos más importantes para el desarrollo de la actividad acuícola es el agua, debido que la productividad está estrechamente ligada a la calidad hidrobiológica del medio (parámetros físicos, químicos y biológicos) que influyen en la reproducción y crecimiento de los organismos cultivados, no obstante, al desarrollarse cultivos intensivos convencionales de cualquier especie para aumentar la productividad, consecuentemente se forma un problema por la acumulación de residuos y compuestos nitrogenados en el agua por los procesos fisiológicos de los organismos que se cultivan, que a su vez aumenta la presencia de microorganismos patógenos y sustancias tóxicas que obligan a llevar constantes recambios de agua (Avnimelech et al., 1994; Polanco, 2000), por lo tanto, al trasladar este panorama a un entorno rural o urbano del país, este factor representaría un importante gasto de recurso hídrico del cual posiblemente no se disponga en abundancia, lo que además, elevaría considerablemente el gasto económico si el agua se tratara con métodos convencionales (Leschen y Little, 2005). Es por ello, que la BFT representa una alternativa de producción acuícola con ventajas significativas para la solución los problemas relacionados con la presencia de organismos patógenos y la acumulación de compuestos nocivos en el agua, ya que desde hace tres décadas de estudios, se ha reportado que la BFT ayuda a mantener la estabilidad de parámetros fisicoquímicos importantes como pH, alcalinidad y amonio (NH3) sin la necesidad de recambios de agua reponiendo únicamente el agua perdida por evaporación (Widanarni *et al*., 2012). Sumado a lo anterior, las características microbianas propias del biofloc forman un efecto probiótico en los organismos cultivados, lo que llega a mejorar en un 36 % la supervivencia en alevines de tilapia (Pérez-Fuentes et al, 2018; Zapata-Lovera *et al*., 2017). Por todo lo anterior, la BFT

es una opción muy viable para ayudar a estabilizar favorablemente las condiciones biológicas y fisicoquímicas del agua, lo que permite aumentar la densidad del cultivo hasta obtener resultados de 20 a 30 Kg de tilapia por metro cúbico (Avnimelech, 2011), o dicho de otra manera, un estanque de 4.5 metros de diámetro que almacena más de 15 mil L de agua, puede llegar a producir cerca de media tonelada de tilapia, misma cantidad de agua necesaria para abastecer una res en crecimiento de 270 kg durante casi un año (Duarte, sin año) o producir 15 kg de trigo o un kg de carne (Parada-Puig, 2012), lo que indica una clara diferencia en el ahorro del recurso hídrico entre los diferentes sistemas de producción. Actualmente existen muy pocos estudios científicos relacionados con el desarrollo de esta tecnología acuícola en nuestro país los cuales se han desarrollado solamente en algunos de los estados litorales y de la región Neovolcánico (Fuentes-Andraca, 2018; Pérez-Fuentes *et al*., 2018; Estrada-Zarza, 2018), por lo que se carece totalmente de estudios de la BTF adaptados a las condiciones hídricas y ambientales de las regiones semidesérticas del país de la cual se compone en su mayoría los estados de Durango y Coahuila.

CONCLUSIONES

Se requiere de inversiones importantes de recursos económicos para el desarrollo de acuacultura en los estados de Coahuila y Durango que promueva la creación de infraestructura y adquisición de tecnología acuícola, que en conjunto promuevan un nuevo desarrollo económico que gire sobre este sector con la generación de cadenas de producción, distribución y consumo que estimule el crecimiento, inclusión, duración de esta actividad productiva en ambos estados. El desarrollo de la BFT puede representar un potencial método para que acuacultura en los estados de Coahuila y Durango se convierta en una actividad realmente sustentable, con rentabilidad económica, amigable con el ambiente, con uso responsable de los recursos hidrológicos y socialmente responsable. La acuacultura bien planeada y tecnificada en los estados de Coahuila y Durango, pueden ser una actividad que promueva la creación de nuevos empleos y seguridad alimentaria dirigido principalmente a las familias de bajos ingresos y en sectores que presenten problemáticas de desnutrición y rezagos socioeconómicos.

REFERENCIAS

Avnimelech, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. Aquaculture 176: pp. 227-235.

Avnimelech, Y. 2003. Control of microbial activity in aquaculture systems: active suspension ponds. World Aquaculture 34 (4): pp.19-21.

Avnimelech, Y. 2006. Bio-filters: The need for an new comprehensive approach. Aquacultural Engineering. 34. pp. 172-178.

Avnimelech, Y. 2011. Tilapia production using biofloc technology, saving water, waste recycling improves economics. Global Aquaculture Advocate, May/June 2011, pp. 66-68.

Avnimelech, Y., Kochva, M. y Diab, S., 1994. Development of controlled intensive aquaculture systems with a limited water exchange and adjusted carbon to nitrogen ratio. Israeli J. Aquaculture-Bamidgeh, 46: pp. 119-131.

Browdy, C. L., Venero, J. A, Stokes, A. D. y Leffler, J. 2009. Superintensive bio-floc production technologies for marine shrimp Litopenaeus vannamei: technical challenges and opportunities. New Technologies in Aquaculture, Improving Production Efficiency, Quality and Environmental Management. Marine Resources Research Institute, USA. Cap. 33, pp. 1010-1028.

Collazos-Lasso, L. F. y Arias-Castellanos, J. A. 2016. Aspectos técnicos cruciales de la tecnología biofloc – TBF, para la producción intensiva en piscicultura. Instituto de Acuicultura de los Llanos – IALL. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad de los Llanos. Villavicencio - Meta, Colombia. pp. 1-7.

CONAGUA. 2018. Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del Agua en México, edición 2018. Direccion de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). pp. 242-273.

CONAPESCA. 2012. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. "Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca". México: Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural SAGARPA. pp. 164, 174.

CONAPESCA. 2017. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. "Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca". México: Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural SAGARPA. pp. 143-146, 155, 219, 222-229.

Durate, E. Sin año. Uso del Agua en establecimientos agropecuarios. Sistema de abrevadero (Parte I). Recursos Naturales. pp. 52-55

Ebeling, J. M., Timmons, M. B. y Bisogni, J. J., 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. Aquaculture 257: pp. 346-358.

Estrada-Zarza, L. 2018. Evaluación de sistemas sustentables acuícolas (tecnología biofloc y sistema de recirculación acuícola) en la producción de *Cambarellus montezumae*. (Tesis de Maestría en ciencias del agua).

FAO. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. pp. xvii,

Fuentes-Andraca, V. H. 2018. Reciclaje de nutrientes en un sistema Biofloc para Tilapia Oreochromis niloticus (Teleostei) aplicando una red trófica asistida: Evaluación del cultivo de los crustáceos branquiópodos Triops sp. (Notostraca), Thamnocephalus mexicanus y Streptocephalus dorothae (Anostraca). (Tesis de Maestro en Ciencias). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR). La Paz, Baja California Sur, México.

Green, B. W. y McEntire, M. E. 2017. Comparative water quality and channel catfish production in earthen ponds and a biofloc technology production system. Journal of Applied Aquaculture. pp. 1-15.

Magallón-Barajas, F. J., Villarreal-Colmenares, H., Arcos-Ortega, F., Avilés-Quevedo, S., Civera-Cerecedo, R., *et al*. 2007. Orientaciones estratégicas para el desarrollo sustentable de la acuicultura en México. Publicaciones especiales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Cámara de Diputados. LX Legislatura.

Leschen, W. y Little, D. 2005. Acuicultura Urbana. Revista agricultura urbana. No. 14; pp. 1-35.

LGPAS, Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable. 2018. Ciudad de México. pp. 3.

Pérez-Fuentes J. A., Pérez-Rostro C. I., Hernández-Vergara M. P. y Monroy-Dosta M. C. 2018. Variation of the bacterial composition of biofloc and the intestine of Nile tilapia Oreochromis niloticus, cultivated using biofloc technology, supplied different feed rations. Aquaculture Research 2018; 00: pp. 1-11.

Platas-Rosado, D. E. y Vilaboa-Arroniz, J. 2014. La acuacultura mexicana: potencialidad, retos y áreas de oportunidad. Sexta Ëpoca. Año XVIII. Vol. 35. pp. 1065-1071.

Parada-Puig, 2012. El agua virtual: conceptos e implicaciones. Orinoquia - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta. Colombia Vol. 16, No. 1; pp. 69-76.

Tveteras, R. 2006. Global Fish Production Data & Analysis. The Global Aquaculture Alliance's. Annual Global Outlook for Aquaculture Leadership (GOAL) 2016. Congreso llevado a cabo en Guangzhou, China.

Widanarni, Ekasari, J. y Maryam, S. Evaluation of Biofloc Technology Application on Water Quality and Production Performance of Red Tilapia Oreochromis sp. Cultured at Different Stocking Densities. Journal of Biosciences. Vol. 19, No. 2; pp. 73-80.

Zapata-Lovera, K. P., Brito, L. O., Maciel-De Lima, P. C., Vinatea-Arana, L. A., Olivera-Gálvez, A. *et al*. 2017. Cultivo de alevines de tilapia en sistema biofloc bajo diferentes relaciones carbono/nitrógeno. B. Inst. Pesca, São Paulo, 43 (3): pp. 399-407.

USO DE DILUYENTES DE ORIGEN VEGETAL EN EL SEMEN CAPRINO

USE OF DILUENTS OF PLANT ORIGIN IN GOAT SEMEN

Ángel-García O, Calderón Leyva MG, Guillen-Muñoz JM, Gaytán-Alemán LR, Veliz-Deras FG.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez SN, y Cerreta Santa Fe, Torreón, Coahuila México.
e-mail: angelgarciao@hotmil.com

RESUMEN

La criopreservacion del semen ha sido aplicado como una técnica de rutina para el procesamiento del espermatozoide en IA. Actualmente el uso de diluyentes tradicionales que incluyen a la yema de huevo nos ayudan a preservar la viabilidad y fertilidad de los espermatozoides durante la criopreservación del semen. Sin embargo, en los últimos años, habido opiniones en contra del uso de la yema de huevo debido a una gran variabilidad de sus componentes, que hacen que la evaluación de sus beneficios sea compleja. Por otra parte, se ha tratado de evitar el uso de diluyentes de origen animal, ya que podrían ser una posible ruta de transmisión de enfermedades, así como aumentar el riesgo de contaminación microbiana que puede reducir el potencial de capacidad fertilizante de los espermatozoides, entre otros componentes indeseables de la yema de huevo se encuentran las hormonas esteroides y sus moléculas precursoras que se consideran perjudiciales para la integridad del espermatozoide. Por lo anterior, el objetivo de es presentar los resultados de las alternativas potenciales que existen para sustituir a la yema de huevo a través de diluyentes químicamente definidos sin ser de origen animal, elaborados en a base de lecitina de soya o liposomas y para la criopreservación del semen caprino.

ABSTRACT

Cryopreservation of semen has been applied as a routine technique for sperm processing in AI. Currently, the use of traditional extenders that include egg yolk help us to preserve the viability and fertility of sperm during the cryopreservation of semen. However, in recent years, there have been opinions against the use of egg yolk due to the great variability of its components, which make the evaluation of its benefits complex. On the other hand, it has been tried to avoid the use of diluents of animal origin, since they could be a possible route of disease transmission, as well as increasing the risk of microbial contamination that can

reduce the potential for fertilizing capacity of sperm, among Other undesirable components of egg yolk include steroid hormones and their precursor molecules that are considered detrimental to the integrity of the sperm. Therefore, the objective of is to present the results of the potential alternatives that exist to substitute the egg yolk through chemically defined extenders without being of animal origin, made from soy lecithin or liposomes and for cryopreservation goat semen.

INTRODUCCION

La inseminación artificial (IA) utilizando semen criopreservado es la forma óptima de diseminar el germoplasma de un gran número de hembras. También facilita el intercambio sanitario e internacional de germoplasma (Forouzanfar *et al*., 2010; Narawade *et al*., 2017). La criopreservacion del semen ha sido aplicado como una técnica de rutina para el procesamiento del espermatozoide en IA (Ansari *et al*., 2017). En la actualidad, el uso de diluyentes tradicionales que incluyen a la yema de huevo son agregados al semen para la preservación de la viabilidad y fertilidad de los espermatozoides durante la criopreservación (Lima-Verde *et al.,* 2017).

La yema de huevo ha sido el componente por excelencia en los diluyentes para almacenamiento y criopreservación del semen en especies como el toro, el canero y el macho cabrío (Moussa *et al*., 2002). Lo anterior, debido a lipoproteína de baja densidad (LDL, por sus siglas en inglés) que es el componente principal de la yema de huevo que protege a la membrana espermática, y que se ha demostrado que los fosfolípidos o lecitina de la yema de huevo hace a los espermatozoides menos sensibles al enfriamiento, al interactuar directamente con la membrana plasmática (Akçay *et al*., 2012; Sieme *et al.,* 2016). Sin embargo, en los últimos años, ha existido una opinión frecuente en contra del uso de la yema de huevo debido a la gran variabilidad de sus componentes, lo que hace que la evaluación de sus beneficios sea compleja (Kulaksız *et al*., 2010). Por otra parte, se ha tratado de evitar el uso de diluyentes de origen animal, ya que podrían ser una posible ruta de transmisión de enfermedades (Lima-Verde *et al*., 2017), así como aumentar el riesgo de contaminación microbiana y por lo tanto puede permitir la producción de endotoxinas, que puede reducir el potencial de capacidad fertilizante de los espermatozoides (Forouzanfar *et al*., 2010).

Otros de los componentes indeseables de la yema de huevo son las hormonas esteroides y sus moléculas precursoras que se consideran perjudiciales para la integridad del

espermatozoide (Lima-verde *et al*., 2018). Además, de manera particular, en el macho cabrío, existen interacciones negativas entre los fosfolípidos de la yema de huevo y la glándula bulbouretral, esta glándula secreta con el plasma seminal una enzima coagulante de la yema de huevo, la cual cataliza la hidrólisis de la lecitina de la yema de huevo en ácidos grasos y lisolecitina, que son citotóxicos (Sen *et al*., 2015; Ngoma *et al*., 2016). Por lo anterior, en la actualidad, se han utilizado alternativas para sustituir a la yema de huevo que pueden ser diluyentes químicamente definidos sin ser de origen animal (Gamal *et al.,* 2016), elaborados en a base de lecitina de soya o un diluyente a base de liposomas y que pueden ser alternativas potenciales para la criopreservación del semen (Akhter *et al*., 2012). En este contexto, merecen especial atención los diluyentes elaborados en base de lecitina de soya o liposomas en cuanto a sus componentes y su efecto en comparación con los diluyentes basados en yema de huevo.

CRIOPRESERVACIÓN DEL ESPERMATOZIDE

Tras el descubrimiento de las propiedades crioprotectoras de la yema de huevo en la década de los 40´s, se ha utilizado tradicionalmente como diluyente en la criopreservación del semen de casi todas las especies de ganado, incluido el búfalo (Andrabi *et al.,* 2008; Akhter *et al.,* 2010). La yema de huevo protege a los espermatozoides de los daños crioinducidos durante el enfriamiento, la congelación y la descongelación al interactuar directamente con la membrana plasmática (Andrabi *et al.,* 2008). Ha sido evidente el papel que juega la criopreservación de espermatozoides para la producción de embriones *In vivo* e *In vitro* en humanos y animales (Forouzanfar *et al.,* 2010). Diversos estudios de revelan que los cambios bruscos de temperatura, como los choques fríos y calientes, así como la formación y disolución del hielo durante proceso de congelación-descongelación, afectan la integridad de las células espermáticas tanto a nivel estructural como subestructural (Ansari *et al*., 2010, Akther *et al.,* 2010). Por tanto, se han utilizado diferentes crioprotectores o diluyentes para prevenir criolesiones.

El crioprotector más utilizado para la criopreservación de esperma es el glicerol, el glicerol es un crioprotector penetrante capaz de atravesar la membrana celular, pero la base de sus propiedades crioprotectoras no se comprenden completamente. Además, un diluyente debe contener un sustrato de fuente de energía (glucosa o fructosa), una fuente de lipoproteína o material de alto peso molecular para prevenir el choque por frío (como yema de huevo, leche o lecitina de soja), sustancias iónicas o no iónicas para mantener una presión

osmótica y un pH adecuado, y otros aditivos, como enzimas y antibióticos (Forouzanfar *et al*., 2010).

A pesar de los efectos beneficiosos de la yema de huevo, existen algunos componentes indeseables de la yema de huevo que se consideran perjudiciales para la integridad del espermatozoide (Akhter *et al*., 2012), lo que viene afectar la capacidad fertilizante de los espermatozoides (Andarabi *et al.,* 2012; Akhter *et al.,* 2012). Además, la Organización Mundial para la Salud Animal, recomendó en su Código Sanitario para los Animales Terrestres de 2003 que los productos de origen animal utilizados en el procesamiento del semen deben estar libres de cualquier riesgo biológico. Por lo anterior, es muy deseable buscar un medio de dilución del semen que no sea de origen animal, bien definido y libre de contaminación para la dilución del semen (Lima-Verde *et al*., 2018). Otro inconveniente del uso de la yema de huevo es su composición inconsistente que varía con la raza de aves y las prácticas de manejo a las que se someten las aves (Ansari, *et al*., 2010).

DILUYENTES DE ORIGEN VEGETAL

Actualmente, el uso de liposomas en medios de congelación parece ser una alternativa eficaz para el desarrollo de diluyentes. Los liposomas contienen una composición y concentración óptimas de fosfolípidos que aseguran la protección celular durante la criopreservación, además, no son un vector de agente infeccioso (Lima- Verde *et al*., 2017). Los resultados de estudios recientes realizados con toros (Lima-Verde *et al*., 2018; Murphy *et al*., 2018), búfalos (Akhter *et al*., 2012) y sementales (Pillet *et al*., 2012) indican liposomas son compuestos eficaces para proteger los espermatozoides durante la criopreservación y, por lo tanto, pueden ser una alternativa prometedora a la yema de huevo.

Existen varios diluyentes comerciales de origen vegetal, los cuales están disponibles con resultados prometedores, lo que se considera una alternativa a los diluyentes a base de yema de huevo. Sin embargo, el alto costo de tales dluyentes hace que su uso sea un inconveniente en los países en desarrollo (Forouzanfar *et al*. 2010). La lecitina de soja podría ser una alternativa a la yema de huevo en la criopreservación de espermatozoides (Forouzanfar *et al.,* 2010; Lima- Verde *et al*., 2018: Murphy *et al*., 2018).

Los compuestos relacionados con la soya, especialmente la lecitina de soya, han surgido como sustitutos eficaces de la yema de huevo por su origen no animal. La lecitina de soya es una mezcla natural de fosfatidilcolina y varios ácidos grasos como el esteárico, oleico y palmítico que confiere estabilidad estructural a las membranas celulares (Narwade *et al*.,

2017). Se han reportado resultados de evaluación *in vitro* comparables cuando se utilizan diluyentes comerciales a base de soya o yema de huevo para la criopreservación de toro (Aires *et al*., 2003), búfalo (Akhter *et al*., 2012), carnero (Forouzanfar *et al.,* 2010), semen de machos cabríos (Salmani *et al*., 2014) y de caballos (Pillet *et al*., 2012).

Otros resultados en machos cabríos muestran que la adición de lecitina de soya al diluyente de semen logro mantener la motilidad, viabilidad, integridad acrosómica y estructura de la membrana del esperma después de la descongelación en caballos (Pillet *et al*., 2012), toro (Akhter *et al*., 2012), carnero (Emamverdi *et al*., 2013), búfalo (Akhter *et al*., 2012) y macho cabrío (Lekshmi Bhai *et al*., 2015). Además, se ha observado en semen de carneros que los diluyentes que contenían concentraciones de 1% de lecitina presentaban mayor viabilidad espermática comparado con los de 2% de lecitina y además que el rango 1 a 1.5% de lecitina de soya en el diluyente mostraron mejores características del semen después de la preservación (Forouzanfar *et al*., 2010).

CONCLUSIONES

Los resultados de la presente revisión nos permiten concluir que existen alternativas potenciales para sustituir a la yema de huevo a través del uso de diluyentes elaborados a base de lecitina de soya o liposomas para la criopreservación del semen en varias especies de interés zootécnico.

REFERENCIAS

Akçay, E., Kulaksız, R., Daşkin, A., Çebi, Ç., & Tekin, K. (2012). The effect of different dilution rates on post-thaw quality of ram semen frozen in two different egg-yolk free extenders. survival, 9(10), 11.

Akhter, S., Ansari, M. S., Andrabi, S. M. H., Rakha, B. A., Ullah, N., & Khalid, M. (2012). Soya-lecithin in extender improves the freezability and fertility of buffalo (Bubalus bubalis) bull spermatozoa. *Reproduction in domestic animals*, *47*(5), 815-819.

Akhter, S., Ansari, MS, Rakha, BA, Andrabi, SMH, Anwar, M. y Ullah, N. (2010). Efecto de la adición de fructosa en el diluyente de leche desnatada sobre la calidad del semen líquido de búfalo nili-ravi (Bubalus bubalis). *Revista de Zoología de Pakistán*, *42* (3).

Andrabi, SMH, Ansari, MS, Ullah, N. y Afzal, M. (2008). Efecto de antioxidantes no enzimáticos en diluyente sobre la calidad post-descongelación de espermatozoides de toro de búfalo (Bubalus bubalis). Revista veterinaria de Pakistán , 28 (4).

Ansari, M. S., Rakha, B. A., & Akhter, S. (2017). Cryopreservation of bull semen in OptiXcell® and conventional extenders: Comparison of semen quality and fertility. *Animal Science Papers & Reports*, *35*(3).

Emamverdi, M., Zhandi, M., Zare Shahneh, A., Sharafi, M., & Akbari-Sharif, A. (2013). Optimization of Ram semen cryopreservation using a chemically defined soybean lecithin-based extender. Reproduction in Domestic Animals, 48(6), 899-904.

Forouzanfar, M., Sharafi, M., Hosseini, SM, Ostadhosseini, S., Hajian, M., Hosseini, L., y Nasr-Esfahani, MH (2010). Comparación in vitro de extensores a base de yema de huevo y lecitina de soja para la criopreservación de semen de carnero. Theriogenology , 73 (4), 480-487.

Gamal, A., El-Maaty, AMA y Rawash, ZM (2016). Estado de oxidación / antioxidante en sangre y plasma seminal comparativo de sementales árabes con diferentes edades y su relación con la calidad del semen. Asian Pacific Journal of Reproduction , 5 (5), 428-433.

Lekshmi Bhai, K., Joseph, M., Behera, S., Harshan, H. M., GHOSHARAVINDA, K., & Raghavan, K. C. (2015). Motility and functional membrane integrity of buck spermatozoa with soyabean lecithin based extender. *Journal of Cell & Tissue Research*, *15*(1).

Lima-Verde, I. B., Johannisson, A., Ntallaris, T., Al-Essawe, E., Al-Kass, Z., Nongbua, T., ... & Morrell, J. M. (2018). Effect of freezing bull semen in two non-egg yolk extenders on post-thaw sperm quality. *Reproduction in Domestic Animals*, *53*(1), 127-136.

Moussa, M., Martinet, V., Trimeche, A., Tainturier, D., & Anton, M. (2002). Low density lipoproteins extracted from hen egg yolk by an easy method: cryoprotective effect on frozen–thawed bull semen. *Theriogenology*, *57*(6), 1695-1706.

Murphy, E. M., O'Meara, C., Eivers, B., Lonergan, P., & Fair, S. (2018). Comparison of plant-and egg yolk-based semen diluents on in vitro sperm kinematics and in vivo fertility of frozen-thawed bull semen. Animal reproduction science, 191, 70-75.

Narwade, B. M., Mohanty, T. K., Bhakat, M., & Rahim, A. (2017). Goat Semen Cryopreservation Using Egg Yolk and Soya Based-Extenders Containing Trehalose. Indian Journal of Animal Sciences, 87(7), 851-855.

Ngoma, L., Kambulu, L., & Mwanza, M. (2016). Factors Influencing Goat's Semen Fertility and Storage: A Literature Review. *Journal of Human Ecology*, *56*(1-2), 114-125.

Pillet, E., Labbe, C., Batellier, F., Duchamp, G., Beaumal, V., Anton, M., ... y Magistrini, M. (2012). Los liposomas como alternativa a la yema de huevo en un extensor de congelación de sementales. Theriogenology , 77 (2), 268-279.

Salmani, H., Nabi, M. M., Vaseghi-Dodaran, H., Rahman, M. B., Mohammadi-Sangcheshmeh, A., Shakeri, M., & Zhandi, M. (2013). Effect of glutathione in soybean lecithin-based semen extender on goat semen quality after freeze-thawing. Small ruminant research, 112(1-3), 123-127.

Şen, Ç. Ç., Tekin, K., & Akçay, E. (2015). Effect of egg yolk and removal of seminal fluid on semen cryopreservation in Norduz goat. Harran Üniv Vet Fak Derg, 4(2), 64-67.

Sieme, H., Oldenhof, H., & Wolkers, W. F. (2016). Mode of action of cryoprotectants for sperm preservation. Animal reproduction science, 169, 2-5.

VARIABLES DE HUMEDAD DEL SUELO GENERADAS A PARTIR DE BANDAS ESPECTRALES EN UN PASTIZAL DE ZACATECAS.

SOIL MOISTURE VARIABLES GENERATED FROM SPECTRAL BANDS IN A ZACATECAS RANGELAND

José Israel Casas Flores[1], Alfonso Serna Pérez[1*], Pablito Marcelo Lopez Serrano[2], Francisco G., Echavarrá Chairez[1].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CEZAC, Calera, Zac. *serna.alfonso@inifap.gob.mx; [2]Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Forestales, ISIMA, Dgo, Dgo.

RESUMEN

Las imágenes multiespectrales obtenidas con drones y cámaras fotográficas se han usado para optimizar la colecta y uso de información en áreas de vegetación nativa. En un área de pastizal se realizó un vuelo con dron eBee usando una cámara Canon S110 NIR y en una red de sitios selectos se muestreo el suelo. Esto con el objetivo de generar mapas de variables de retención de humedad del suelo a partir de modelos de predicción obtenidos del análisis y manipulación estadística de la información de bandas espectrales e información de campo. Se obtuvieron los modelos y se generaron los mapas para capacidad de campo y humedad aprovechable del suelo. Un coeficiente de determinación (R^2) de 0.34 para la estimación indirecta de variables de interés indicó que otras variables extra de sitio y/o la estimación de otro tipo de índices son necesarios para mejorar la predicción.

ABSTRACT

Multispectral images obtained with drones and cameras have been used to optimize the collection and use of information in native vegetation areas. On a range area, an eBee drone flight was performed using a Canon S110 NIR camera, and in a selected sites network soil was sampled. This in order to generate maps of soil moisture retention variables from prediction models obtained from the statistical analysis and manipulation of spectral and field information bands. Models were obtained and maps for field capacity and available soil moisture were generated. A coefficient of determination (R^2) of 0.34 for the indirect estimation of variables of interest indicated that other extra site variables and/or the estimation of other types of indices are necessary to improve prediction.

INTRODUCCION

Conservar y mejorar la condición de los pastizales es una necesidad fundamental en el norte de México, donde la mayor parte de la superficie se dedica a la cría extensiva de ganado (Echavarría *et al*., 2007). En el estado de Zacatecas, la superficie de pastizal y matorral es mayor a los cinco millones de hectáreas. A lo largo de esta región se presentan diversos niveles de degradación del suelo y pérdida de la cobertura vegetal, que afectan la productividad del pastizal y su capacidad para solventar las necesidades nutrimentales de especies animales producidas por los ganaderos en el estado. Se han realizado diferentes estudios (Serna y Echavarría, 2002a y b; Echavarría et al., 2006; Echavarría et al., 2007) que han sido útiles para ayudar en el manejo y cuidado de sitios de pastoreo. Debido a la enorme superficie dedicada al pastizal y a su diversidad es necesario obtener una gran cantidad de información para ofrecer tecnologías de manejo adecuadas para las áreas de pastizal del estado.

El uso de nuevas tecnologías geoespaciales, como los Sistemas de Información Geográfica (GIS), e imágenes con mayor resolución, como las obtenidas mediante drones con cámaras multiespectrales, son una alternativa para obtener datos del pastizal de manera más sencilla y rápida, teniendo en cuenta la gran extensión de estas áreas. Esto sin dejar a un lado los muestreos en campo de diferentes variables, tanto de vegetación, suelo y geomorfología que sirvan de soporte para el análisis, predicción y validación de posibles modelos. Pero dejando de ser demasiados extensivos y enfocarlos a zonas específicas que presenten contraste, ya sea en vegetación o cualquier característica de sitio que permita identificar diferencia o variación. De esta forma será posible idear metodologías que permitan escanear la zona de interés, el pastizal en este caso, y obtener información de campo y laboratorio para mediante el uso de herramientas geomáticas, generar recomendaciones para la conservación el mejoramiento o el manejo. El objetivo del trabajo fue generar, a partir de modelos lineales de predicción, mapas de la capacidad de retención de humedad a capacidad de campo y punto de marchitez permanente, así como de la humedad aprovechable de los suelos del área de estudio a partir de bandas espectrales obtenidas mediante un vuelo de dron y datos de campo provenientes de una red de muestreo.

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio es un pastizal de 135 hectáreas, con buenas condiciones de vegetación, localizada en Valparaíso, Zac., a 9 km de la cabecera municipal (Figura 1).

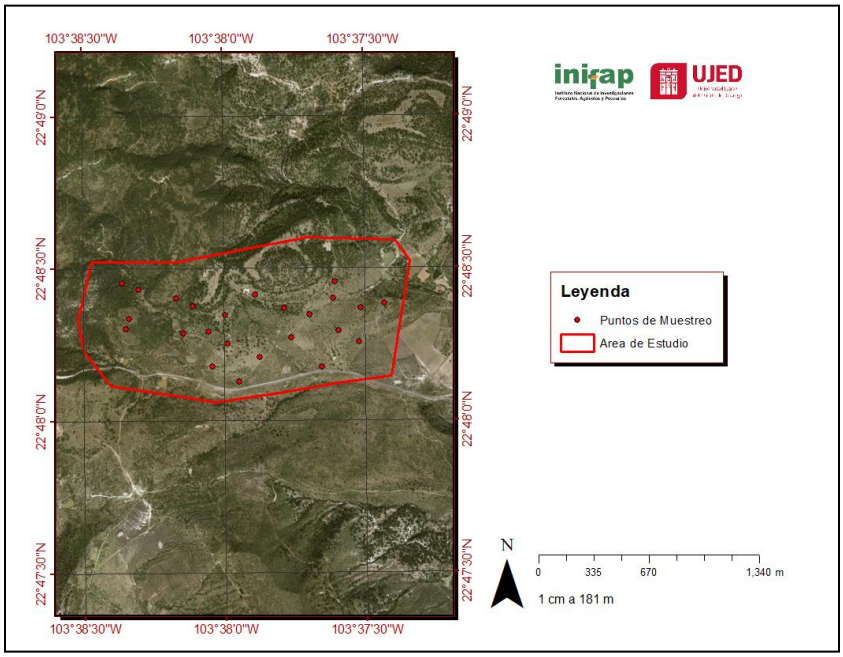


Figura 1. Área de estudio y sitios de muestreo, Valparaiso, Zacatecas.

Los sitios de muestreo se seleccionaron considerando diferencias en vegetación, suelo, erosión, topografía y geomorfología. En cada sitio se determinó la densidad aparente por el método del cilindro de volumen conocido (Black, 1965) y se tomaron muestras de suelo que se analizaron en el "Laboratorio de Suelo y Agua del Campo Experimental Zacatecas" para determinar el contenido volumétrico de humedad a Capacidad de Campo (CCVol) y Punto de Marchitez Permanente (PMPVol) y estimar la humedad aprovechable (HAVol) como la diferencia entre CCVol y PMPVol (Brady y Weil, 2000). También, dentro del sitio de estudio se realizó un vuelo con Dron eBee usando una cámara Canon S110 NIR. La altura de vuelo fue a 114 m de altura lo que permitió una resolución espacial de 4 cm^2 por pixel. Las imágenes se utilizaron para generar un Ortomosaico con las bandas espectrales verde, roja y NIR (Banda 1, 2 y 3; respectivamente).

A partir del Ortomosaico se utilizó QGIS y su calculadora raster para estimar índices espectrales como el índice normalizado de vegetación (NDVI), el índice de vegetación ajustado modificado (MSAVI) y el índice normalizado de la diferencia de humedad (NDWI)

(Muñoz, 2013). Después se utilizó el programa estadístico "R" (The R Fundation, 1993) para separar cada una de las bandas del ortomosaico y extraer un valor promedio de pixel de cada una de ellas. De igual forma se extrajo el valor promedio de pixel de los raster´s con los índices de vegetación, esto a partir de un archivo "shape" con los puntos de muestro. Con el uso del programa R se unieron la base de datos de suelo, los puntos de muestreo, los valores de pixel de las bandas verde, roja y NIR, y los índices NDVI, MSAVI y NDWI. Obteniéndose finalmente la matriz de información de nombre del sitio, variables de respuesta [CCVol, PMPVol, HAVol], y variables predictoras [Banda 1, Banda 2, Banda3, NDVI, MSAVI y NDWI]. Para determinar el grado de asociación entre las variables de respuesta y las predictoras, se realizó un análisis de correlación. Finalmente, se realizó un análisis de regresión para estimar los coeficientes del modelo lineal, se construyeron los modelos para cada variable de respuesta y se generaron los mapas de predicción.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se muestran los coeficientes de relación entre variables de respuesta (CCVol, PMPVol y HAVol) y predictoras (Bandas e Índices) obtenidos a partir del análisis de regresión.

Tabla 1. Coeficientes de relación entre variables de respuesta y predictoras

Variables respuesta	Variable predictora					
	Banda1	Banda2	Banda3	MSAVI	NDVI	NDWI
CCVol	0.15229	0.20686	0.27884	-0.02787	-0.02809	0.05052
PMPVol	0.15200	0.20656	0.27858	-0.02763	-0.02785	0.05073
HAVol	0.15225	0.20681	0.27886	-0.02774	-0.02796	0.05062

Por otro lado, en la Tabla 2 se presenta el coeficiente de determinación (R^2) y el cuadrado medio del error (RMSE) usados como criterios de bondad de ajuste del modelo para cada variable. Desde un punto de vista estricto, podría considerarse que el ajuste (R^2) no es muy alto. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que los índices usados miden directamente variables relacionadas con la vegetación. De tal forma que estamos tratando de encontrar una relación indirecta entre la disponibilidad de la humedad, expresado como la oportunidad del suelo para proveerla (CC, PMP y HA), y la concentración de vegetación expresada a partir de los índices. Es decir, a mayor humedad del suelo esperaríamos una mayor acumulación vegetal. Pero al parecer, podría haber otras variables que en conjunto con la humedad sean capaces de mejorar la predicción de la distribución vegetal en el espacio.

Tabla 2. Coeficiente de determinación (R^2) y cuadrado medio del error (RMSE) por variable de respuesta.

Variable	R^2	RMSE
CCVol	0.3391	5.036928
PMPVol	0.3391	2.769713
HAVol	0.3392	2.267349

Los modelos lineales para generar cada una de las variables de respuesta se muestran en la Tabla 3. El modelo sigue la estructura, Variable respuesta= $-B_0 - B_1$*Banda 1 + B_2*Banda 2 – B_3*Banda 3 + B_4*MSAVI –B_5*NDVI – B_6*NDWI en todas las variables de respuesta. Los coeficientes B_0, B_1, B_3, B_5 y B_6 tuvieron un efecto sustractivo y los coeficientes B_2 y B_4 un efecto aditivo en el modelo generalizado.

Tabla 3. Modelos lineales por variable de respuesta obtenidos para el área de estudio.

Variable	Modelo
CCVol	CCVol =-92.460-(5.487*Banda 1)+(8.351*Banda 2)-(1.958*Banda 3)+(132200*MSAVI)-(196000*NDVI)-(1322*NDWI)
PMPVol	PMPVol =-50.860-(3.018*Banda 1)+(4.593*Banda 2)-(1.077*Banda 3)+(72660*MSAVI)-(107700*NDVI)-(727.3*NDWI)
HAVol	HAVol =-41.670-(2.471*Banda 1)+(3.761*Banda 2)-(0.882*Banda 3)+(59560*MSAVI)-(88290*NDVI)-(595.5*NDWI)

Con los modelos lineales mediante QGIS se construyeron los mapas de predicción del porcentaje de humedad volumétrica a Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente y la Humedad Aprovechable del suelo por las plantas. Por razones de limitación de espacio solo se muestran en las Figuras 2 y 3, los mapas de contenido de humedad a Capacidad de Campo y el de Humedad Aprovechable; respectivamente. Es de notarse la presencia de individuos no vegetales que también son identificados por las imágenes espectrales, estos se refieren en nuestro caso a aguajes y caminos principalmente.

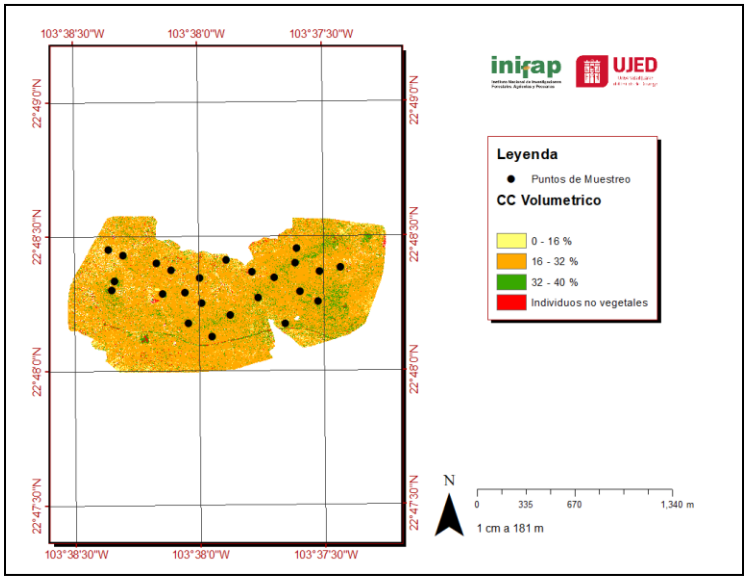


Figura 2. Predicción del porcentaje de humedad volumétrica a Capacidad de Campo (CC).

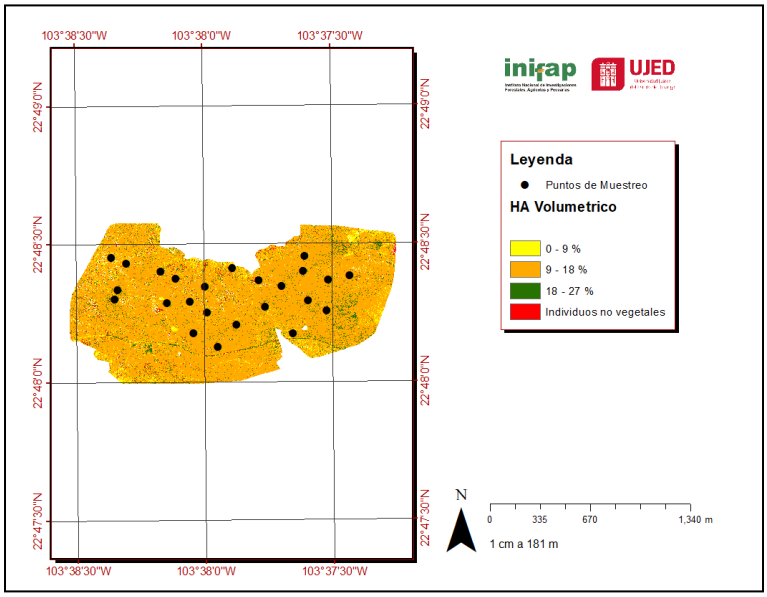


Figura 3. Predicción de la Humedad Aprovechable (HA) como porcentaje de humedad volumétrica.

CONCLUSIONES

Con las imágenes obtenidas a partir del vuelo de dron y la información de variables de humedad obtenidas en la red de muestreo se construyeron modelos y se generaron los mapas para Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente y Humedad Aprovechable del suelo en el área de estudio. Un coeficiente de determinación (R^2) de 0.34

para la estimación indirecta de variables de interés indicó que otras variables extra de sitio y/o la estimación de otro tipo de índices son necesarios para mejorar la predicción.

REFERENCIAS

Black CA (editor). 1965. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurements and sampling. Agronomy Monograph Series. Amer Soc Agron. Madison, Wis., USA.

Brady, N.C., y R.R. Weil 2000. Elements of the nature and properties of soil. 12th edition. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc.559p.

Echavarría C.F.G., Gutiérrez L.R., Ledesma R.R.I., Bañuelos V.R., Aguilera S.J.I, Serna P.A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I Vegetación nativa. Tec Pecu Méx. 44(2):203-207.

Echavarría, C.F.G., Serna, P.A., Bañuelos, V. 2007. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: II Cambios en el suelo. Técnica Pecuaria México 45 (2): 177-194.

Muñoz. P.A. 2013. Apuntes de Teledetección: Índices de vegetación. Centro de Información de Recursos Naturales.

Serna P.A., Echavarría C.F.G. 2002a. Caracterización hidrológica de un agostadero Comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México: I Pérdidas de suelo. Téc Pecu Méx; 40(1):37-53.

Serna P.A., Echavarría. CF.G. 2002b. Caracterización hidrológica de un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. II. Escurrimiento superficial. Téc Pecu Méx. 40(1):55-69.

The R Fundation. 1993. The R Project for Statistical Computing. https://www.r-project.org/.

AGRICULTURA ORGÁNICA

ABONOS VERDES EN PLANTACIONES DE COCOTERO ENANO(*Cocos nucifera* L.) EN QUINTANA ROO MÉXICO.

GREEN FERTILIZERS IN DWARF COCONUT PLANTATIONS (Cocos nucifera L.) IN QUINTANA ROO MEXICO.

Sosa-Rubio, Edgar Enrique[1]; Cortázar-Ríos Matilde[1]; Herrera-Cool Gilbert José[1] y Ramírez-Silva Jorge Humberto

[1]Campo Experimental Chetumal, km 25 carretera Chetumal – Cancún s/n. Xul-ha, Quintana Roo. [2]Centro de Investigación Regional Sureste (CIRSE) del INIFAP. Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130. Mérida Yucatán, México.
Autor para correspondencia: sosa.edgar@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el aporte de materia seca y nutrientes de abonos verdes en áreas de cocotero (*Cocos nucifera* L.). El experimento se realizó en una plantación de cocotero Enano Malayo del Campo Experimental Chetumal del INIFAP en Quintana Roo, con clima subtropical húmedo Aw1, a 10 msnm, con temperatura de 27.6° C y una precipitación media anual de 1300 mm. Los suelos del área son vertisoles, con bajo contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y azufre. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con 5 tratamientos (abonos) y cuatro repeticiones: T1 *Tithonia diversifolia* (Td), T2 *Clitoria ternatea (*Ct*)*, T3 *Leucaena leucocephala* (Ll), T4 *Canavalia ensiformis* (Ce) y T5 *Gliricidia sepium* (Gs). La siembra se realizó entre las palmas del cocotero, utilizándose un arreglo de dos hileras a una distancia de un metro entre ellas y un metro entre plantas. A los cinco meses se realizó el primer corte para determinar producción de forraje. Las variables medidas fueron: cobertura (CB %), población de malezas (Mal/m2), altura de plantas (AP), producción de biomasa seca (BS) y contenido de nitrógeno (N) en hojas tallo y raíz. Para el análisis estadístico se utilizó el procedimiento ANOVA del sistema SAS y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tuckey. Los resultados indican diferencias (P≤ 0.05) para CB los mayores valores fueron para T2 y T1 con 96 y 93% respectivamente. Para AP los mayores valores fueron para T1 y T3 (P≤ 0.05). Para la variable (Mal/m2) se observaron diferencias (P≤ 0.05) siendo los mejores T4 y T2 con 33 y 40 plantas/mt2. También se observó diferencias (P≤ 0.05) la variable BS siendo los mayores valores para T1 y T4 con 5.2 y 2.3 ton/ms/ha, no se observaron diferencias entre los otros tratamientos. La concentración media de N en la biomasa seca de hojas producida para T1, T2, T3, T4 y T5 fue muy similar con valores de 2.85, 2.39, 2.93, 3.08 y 3.0 % respectivamente Dado lo

anterior se concluye que T1 y T4 por su producción de materia seca y aporte de nutrientes representan una buena opción para ser utilizados como abonos verdes.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the contribution of dry matter and species nutrients for green manures in coconut areas (Cocos nucifera L.). The experiment was carried out in a Malay Dwarf coconut plantation of the INIFAP Chetumal Experimental Field in Quintana Roo, with a humid subtropical climate Aw1, at 10 masl, with a temperature of 27.6 ° C and an average annual precipitation of 1,300 mm. The soils of the area are vertisols, with a low content of organic matter, nitrogen, phosphorous and sulfur. A randomized block experimental design was used, with 5 treatments (fertilizers) and four repetitions: T1 Tithonia diversifolia (Td), T2 Clitoria ternatea (Ct), T3 Leucaena leucocephala (Ll), T4 Canavalia ensiformis (Ce) and T5 Gliricidia sepium (Gs). Planting was carried out between the coconut palms, using an arrangement of two rows at a distance of one meter between them and one meter between plants. After five months, the first cut was made to determine forage production. The variables measured were: cover (CB%), weed population (Mal / m2), plant height (AP), dry biomass production (BS) and nitrogen content (N) in stem root and leaves. For the statistical analysis the ANOVA procedure of the SAS system was used and the comparison of means was made with the Tuckey test. The results indicate differences (P≤ 0.05) for CB, the highest values were for T2 and T1 with 96 and 93% respectively. For AP, the highest values were for T1 and T3 (P≤ 0.05). For the variable (Mal / m2), differences (P≤ 0.05) were observed, being the best T4 and T2 with 33 and 40 plants / mt2. Differences (P≤ 0.05) were also observed, the variable BS being the highest values for T1 and T4 with 5.2 and 2.3 ton / ms / ha, no differences were observed between the other treatments. The mean concentration of N in the dry biomass of leaves produced for T1, T2, T3, T4 and T5 was very similar with values of 2.85, 2.39, 2.93, 3.08 and 3.0% respectively. Given the above, it is concluded that T1 and T4, due to their dry matter production and nutrient supply represent a good option to be used as green manures.

INTRODUCCIÓN

El uso continuo del suelo es causa de que ciertos elementos nutritivos formen nuevas combinaciones químicas que ya no son de utilidad para las plantas (Teuscher y Adler, 1982) de tal manera que las cantidades aprovechables de nutrientes disminuyen y pueden

agotarse, en definitiva. En las condiciones referidas los elementos nutritivos deben ser continuamente renovados, o bien, establecer prácticas que puedan aumentar el aprovechamiento natural de los nutrientes esenciales para incrementar y mantener la productividad de cultivos que ejercen beneficios socio-económicos a una población en constante crecimiento. El cultivo del cocotero tiene una importancia muy alta debido a los empleos que genera, porque es cultivado en su mayoría, por pequeños agricultores (Serrano, 2000) y porque los productos y subproductos que se obtienen de él son abundantes, saludables y amigables con el ambiente. Desafortunadamente presenta una amplia problemática que afecta la productividad del cultivo.

El sureste de México y en lo particular la Península de Yucatán no escapa, en ningún momento, a los embates que sufren los suelos en su deterioro físico-químico nutrimental al ser usados continuamente para la producción de coco; una gran cantidad de materia orgánica se extrae y se elimina del sistema, en consecuencia, también se extraen nutrientes esenciales para los cultivos. En los últimos cinco años se han observado desordenes nutricionales en las plantaciones de cocotero de la Península de Yucatán, especialmente en Q. Roo, muy posiblemente originadas por la falta o escasa fertilización que realizan los productores. Ante estas circunstancias, es importante evaluar e incluir alternativas más sustentables como el uso de coberteras, abono verde y residuos orgánicos de la misma plantación, en apoyo a la fertilidad del suelo y nutrición de la planta de coco. Dos características importantes que deben poseer las tecnologías para pequeños productores son reducir la dependencia de recursos externos y mantener y mejorar la biodiversidad en el sistema (Villanueva, 2002).

Referente a la fertilización o abono verde, es una práctica empleada para reducir la fertilización inorgánica y mejorar las características del suelo, uno de los sistemas utilizados consiste en el establecimiento de leguminosas perennes dentro de una plantación (Villanueva, 2002). Las leguminosas perennes utilizadas como cobertera del suelo, aportan Nitrógeno a la palma de coco, elevan los contenidos de materia orgánica, es necesario seleccionar especies productivas, de crecimiento rápido, adaptadas, de buena calidad y que protejan contra la erosión (Barreto, 2005). Tomando en cuenta que la mayoría de los productores de coco de la región no tienen la cultura de aplicar fertilizantes de ningún tipo o lo hacen en cantidades insuficientes, no le están regresando al suelo los nutrientes que se le están extrayendo. Por lo anterior, y para reducir el riesgo de perder plantaciones, mejorar la productividad del cultivo y hacer más competitivo al productor, el objetivo del

estudio fue evaluar agronómicamente y el potencial de producción de biomasa en cuatro leguminosas y una asterácea, cultivadas entre hileras de cocotero en fase productiva como abonos verdes como una alternativa de mejora en la fertilidad del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante 2018 a 2020 en una plantación de cocotero Malayo Enano Amarillo bajo condiciones de temporal, bajo un diseño tres bolillos 8 m, con una densidad de 142 palmas/ha, ubicada en el Campo Experimental Chetumal, del INIFAP en Quintana Roo. Se evaluaron cinco tratamientos T1 *Tithonia diversifolia* (Td), T2 *Clitoria ternatea (*Ct*)*, T3 *Leucaena leucocephala* (Ll), T4 *Canavalia ensiformis* (Ce) y T5 *Gliricidia sepium* (Gs).

En la siembra de *T1* y *T5* se utilizó material vegetativo con una edad promedio de 18 a 24 meses, de 30 cm de largo y 2.5 cm de diámetro. La siembra de las estacas se llevó a cabo a una profundidad de 20 cm, previa aplicación de hormonas (enraizador). El arreglo de la siembra fue de 8 plantas entre coco y coco, distribuidas en dos filas de cuatro plantas cada una, empezando a 2.5 m del tallo de la palma de coco, el terreno se preparó en forma convencional con un pase de rastra y surcado. El primer corte se realizó a los tres meses para *T1* y a los 5 meses para *T5* a una altura de 50 cm del suelo, los siguientes cortes fueron cada tres meses.

Para la siembra de *T2*, *T3* y *T4* se utilizó semilla botánica previamente escarificada con agua caliente a una temperatura de 100 °C por un periodo de tres a cuatro minutos. El arreglo de siembra fue igual al de *T1* y *T5*. A los tres meses de establecidas estas leguminosas se realizó el primer corte. La unidad experimental estuvo constituida por seis palmas de coco, la distribución de los tratamientos se realizó mediante un diseño de bloques completamente al azar, con cinco repeticiones. Las variables agronómicas a medir fueron: cobertura (%) de leguminosas a intervalos mensuales, población de malezas (plantas/m^2), altura, producción de biomasa verde y seca (peso seco hojas, peso seco tallo, peso seco de planta completa, rendimiento de materia seca), aporte de nitrógeno (N) y nutrientes totales (NT). La evaluación de producción de materia verde por planta se realizó considerando cinco muestras por repetición, cada una constituida por cinco plantas consecutivas dentro de un mismo tratamiento. El procedimiento utilizado para determinar los nutrimentos aportados consistió en multiplicar el porcentaje de éstos por la producción total de materia seca, dividido entre 100, excluyendo raíces. Una muestra de raíz, tallo y hoja fue enviada al laboratorio para determinar N Y NT. Adicionalmente se realizó una

evaluación agronómica de la asociación simbiótica de leguminosas-bacterias *Rhizobium*, como un indicador de la fijación biológica de nitrógeno. Se realizó análisis de varianza para las variables estudiadas y prueba de Tukey para determinar la diferencia múltiple de medias ($P<0.05$). En el manejo de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación indirecta de la fijación de nitrógeno por las leguminosas se pudo observar diferencias ($P\leq 0.05$) entre tratamientos (cuadro 1), ya que T2 presento el mayor número de nódulos, esta especie presentó abundante nodulación al estar dentro las especies promiscuas, ya que nodula con cualquier cepa de *Rhizobium* presente en el suelo; caso contrario a Leucaena que es una leguminosa considerada en el grupo de semi específicas, ya que solo nodula con ciertas cepas de *Rhizobium* presentes en el suelo para fijar nitrógeno (Pérez *et al*., 2011). Para cobertura del suelo no se encontraron diferencias ($P\geq 0.05$) entre los tratamientos T2 y T1 con valores de 96 y 93 % a las 12 semanas, sin embargo, fueron mayores y diferentes ($P\leq 0.05$) a los tratamientos T3, T4 y T5, con valores promedio de 84, 61 y 36 % respectivamente. La altura de plantas mostró diferencias ($P\leq 0.05$) entre tratamientos a las 12 semanas con valores promedio de 1.94, 1.12, .91, .86 y .80 m, para T1, T3, T4, T5 y T2 respectivamente. Datos similares para altura fueron reportados para *Clitoria ternatea* (Salazar, 2018) y menores para *Canavalia ensiformis* (González y Chow, 2008) con valores promedio de .83 y .77 m respectivamente.

Se pudo observar diferencias ($P\leq 0.05$) para el número de malezas por metro cuadrado, ya que se presentó mayor número en T3, T1 y T5; el mejor control de maleza se obtuvo con el T2 *y* T4*,* estos datos concuerdan por lo reportado por Ramírez *et al*., (2001) para el uso de *Canavalia ensiformis* como cobertera en cultivos de maíz ya que reportan solo diez malezas/mt^2; no así para *Clitoria ternatea* que presentó serios problemas en su desarrollo provocando invasión de maleza.

Cuadro 1. Evaluación nodular para la fijación de nitrógeno en las leguminosas utilizadas como abono verde, en áreas de cocotero, en Quintana Roo, México.

Especie	Media # nódulos	Coloración	Forma	Ubicación
Clitoria ternatea	74[a]	Rojos	Redondos	Raíz principal y secundarias
Canavalia ensiformis	39[b]	Rojos	Redondos	Raíz secundaria
Leucaena leucocephala	9[c]	Rojos	Amorfos	Raíz secundaria
Gliricidia sepium	11[c]	Rojos	Redondos	Raíz principal
Especie	**Media # nódulos**	**Coloración**	**Forma**	**Ubicación**
Clitoria ternatea	74[a]	Rojos	Redondos	Raíz principal y secundarias
Canavalia ensiformis	39[b]	Rojos	Redondos	Raíz secundaria
Leucaena leucocephala	9[c]	Rojos	Amorfos	Raíz secundaria
Gliricidia sepium	11[c]	Rojos	Redondos	Raíz principal

Literales diferentes entre hileras son diferentes (P≤0.05).

Los valores de producción de materia seca por hectárea obtenidos en este estudio son bajos considerando solo la densidad de siembra entre las hileras de la plantación de cocotero (2,272 plantas/ha), sin considerar callejones. El rendimiento de materia seca total por hectárea manifestó diferencias (P≤ 0.05) entre especies; siendo los mayores valores para T1 y T4 con 5.2 y 2.3 ton/ms/ha^{-1}, no se observaron diferencias entre los otros tratamientos (P≥0.05). Medina *et al*., (2009) indican que la biomasa producida por esta asterácea varía entre 30 y 70 ton/ha de forraje verde, ya que se corta la planta sin florecer y se aprovechan hojas y tallos hasta de dos centímetros de grosor; pero si es para abono verde, o fabricación de compostaje, se usa toda la planta incluyendo las flores (Ríos, 1998). La producción de T5 fue baja en comparación a lo reportado por otros autores con rendimientos que van de 2 ton/ha/año hasta 20 ton/ha/año (Sriskandarajah, 1987. Para T4 la producción de materia seca fue menor a la reportada para esta leguminosa en otros estudios en Quintana Roo como abono verde, donde se reportan producciones de 3 ton/ha/año en la producción de maíz bajo el sistema milpa (Sosa, 2005) y de 4 ton/ha/año en suelos mecanizados para la producción de maíz (Ramírez *et al*., 2001).

La concentración media de N en la biomasa seca de hojas producida para T1, T2, T3, T4 y T5 fue muy similar con valores de 2.85, 2.39, 2.93, 3.08 y 3.0 respectivamente (cuadro 2). Estos datos concuerdan con lo reportado con otros autores para las leguminosas *Gliricidia*

sepium (Salazar, 1986) y Canavalia ensiformis (Ramírez *et al*., 2001), quienes mencionan que estas especies presentan altos valores en nutrientes que las hacen recomendables para su uso como abono verde. En T2 y T3 los valores de N observado en este estudio fueron menores a los reportados por Carreón y Martínez (2010) al evaluar diferentes leguminosas como abonos verdes.

Cuadro 2. Contenido de nitrógeno y producción de biomasa por componente en abonos verdes.

		(%) N			Biomasa(Ton/ha^{-1})		
Leguminosa		Hoja	Tallo	Raíz	Hoja	Tallo	Raíz
Tithonia diversifolia	**T1**	2.85	0.81	0.99	2.1	2.4	.572
Clitoria ternatea	**T2**	2.39	0.66	1.67	.418	.066	.066
Leucaena lecocephala	**T3**	2.93	1.37	1.27	.276	.570	.076
Canavalia ensiformis	**T4**	3.08	1.23	0.94	1.61	.667	.023
Gliricidia sepium	**T5**	3.0	1.2	0.84	.480	.540	.180

CONCLUSIONES

Dado lo anterior se puede concluir que: T1, T4 y T5 poseen alta capacidad de producción de biomasa aunado a mayores contenidos de N, lo que las coloca con alto potencial para ser utilizadas como abonos verdes en cultivos de cocotero. T1 a pesar de que no es una planta leguminosa, el botón de oro, acumula tanto nitrógeno en sus hojas como las leguminosas, aunada a su alta capacidad de producción de MS le permite ser considerada para su uso como abono verde en cultivos de cocotero.

REFERENCIAS

Arreto, A. C. 2005. Cultivo de alamedas de Gliricídia (Gliricidia sepium) em solos de Tabuleiros Costeiros. Folders. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Bilalis, D; Karkanis, A; Efthimiadou, A; Konstantas Ar; Triantafyllidis, V. 2009. Effects of irrigation system and green manure on yield and nicotine content of Virginia (flue-cured) organic tobacco (Nicotiana tabaccum), under Mediterranean conditions. Industrial Crops and Products 29:388-394

Carreon G. S. y Martínez M.M. 2010. Abonos verdes. Ficha técnica. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Colegio de Posgraduados. 8 pp.

Medina, M., García, D., González, M., Cova, L.J., Moratinos, P., 2009. Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de Tithonia diversifolia en la etapa inicial de crecimiento. Zootecnia Tropical, 27 (2): 121-134. Mosquera, M., Sanclemente, O., Reyes, M., Gallego, J., Sánchez, D. 2012. Abonos verdes: tecnología para el manejo agroecológico de los cultivos. Agroecología 7: 53-62.

Pérez, C. A., Grisales, O. Tatiana y B. J. Fuentes. 2011. Determinación de morfo tipos nativos de *Rhizobium* asociados a la leguminosa T*eramnus volubilis* sw en fincas ganaderas del municipio de Tolú en el departamento de Sucre. Rev. Colombiana Cienc. Anim. 3(1).

Ramírez, S.J., B. A. Gutiérrez y R. E. Sosa. (2001). Mucuna y canavalia leguminosas de cobertera en la producción de maíz. Folleto técnico. INIFAP. CIRSE. 37 pp

Ríos, C. I. 1998. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta electrónica de con potencial para la producción sostenible en el trópico. Conferencia la FAO-CIPAV sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Artículo No. 14.

Salazar, R. (1986) Genetic variation in seeds and seedlings of ten provenances of *Gliricidia sepium. Forest Ecology and Management* 16, 391-401. Salazar, A. D. 2017. Efecto de la densidad de siembra en parámetros productivos y acumulación de nitrógeno de la clitoria (*Clitoria ternatea*). Tesis Ingeniero en producción animal. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Salazar-Elizondo, J.A. 2018. Consumo de materia seca proveniente de diferentes especies forrajeras en cabras en Costa Rica. Nutrición animal tropical 12 (2):41-54.

Serrano, R. N. 2000. Importancia económica del cocotero. En: Evento de aprobación/actualización en la campaña contra el amarillamiento letal del cocotero. Tomo II. Actualización técnica. SAGAR-CP. Campus Tabasco (compiladores). H. Cárdenas, Tabasco. Pág: 5-15.

Sosa, R.E. (2005). Utilización del abono verde de leguminosas para la producción de maíz en el sistema milpa. Artículo Revista Trópico Rural 1: (1). Sriskandarajah, N. 1987. Forage yield from *Gliricidia sepium* in Papua New Guinea. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports 5,* 49-50.

Teuscher, H. y R. Adler. 1982. El suelo y su fertilidad. Reinhold Publishing Corporation. New York p (510).

Villanueva, A.J.F. 2002. Clitoria leguminosa forrajera de excelencia para el trópico mexicano. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental El Verdineño. Folleto Técnico Núm. 1 Nayarit, México.

ACUMULACIÓN DE METALES PESADOS EN ALFALFA REGADA CON AGUA RESIDUAL DE LA INDUSTRIA TEXTIL

ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN IRRIGATED ALFALFA WITH WASTEWATER FROM THE TEXTILE INDUSTRY

Moreno-Reséndiz, Alejandro[a]*, Cristina García-González[a], José Luis Reyes-Carrillo[ac], Uriel Figueroa-Viramontes[b], Pablo Preciado Rangel[a]

[a] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Posgrado en Producción Agropecuaria, Periférico Raúl López Sánchez S/N, Colonia Valle Verde, CP. 27054, Torreón Coahuila, México.

[b] INIFAP, Campo Experimental La Laguna, Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Centro. CP. 27440, Matamoros, Coahuila, México.

[c]Cuerpo Académico Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria (CASISUPA) – UAAAN-CA-14

*** Autor para correspondencia: alejamorsa@hotmail.com**

RESUMEN

El efluente textil tratado (ETT) tiene uso potencial como agua de riego. El objetivo fue evaluar el efecto de un ETT sobre la acumulación de metales pesados en alfalfa. Se utilizó ETT diluido en agua destilada, a diferentes concentraciones. Como testigos se empleó agua destilada y agua de pozo de uso agrícola. Se evaluó la acumulación de Cd^{2+}, Pb^{2+} y Ni^{2+} en planta y suelo, en un diseño completamente al azar. En relación con la absorción de metales pesados, el ETT no generó acumulación en el tejido vegetal ni en el suelo en relación al testigo. La reducida acumulación de metales pesados en partes vegetativas y en suelo, permite considerar al ETT como una alternativa de riego al cultivo de alfalfa.

ABSTRACT

Treated Textile Effluent (TTE) has potential use as irrigation water. The objective was to evaluate the effect of a TTE on the accumulation of heavy metals in alfalfa. TTE diluted in distilled water was used in different concentrations. Distilled water and well water for agricultural use, were used as controls. Accumulation of Cd^{2+}, Pb^{2+} and Ni^{2+} in plant and soil were evaluated in a completely randomized design. Regarding the absorption of heavy metals, the TTE did not generate accumulation in the plant tissue or in the soil in relation to the control one. Accumulation reduced of heavy metals in the vegetative parts and the soil, allows considering TTE as an irrigation alternative for the alfalfa crop.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es la actividad con mayor consumo de agua 63 600x10^6 m^3•$año^{-1}$, representa el 76.3% del volumen total extraído en México (CONAGUA, 2017). La Comarca Lagunera ocupa el primer lugar en producción de forrajes con 123 642.57 ha, correspondientes al 48% de la superficie total sembrada (SIAP, 2018). La alfalfa es la leguminosa forrajera más importante y cultivada en el mundo (Yan-Jie *et al*., 2018). Pero, dada la ubicación de esta región, con escasez de agua, es complicado su desarrollo (González-Barrios *et al*., 2013). En base a lo anterior, el uso de efluentes no convencionales para riego de cultivos en zonas áridas, es una práctica cada día más común (Chopra y Pathak, 2015). En este sentido, una fuente potencial para aminorar la escasez de este recurso, es el agua residual tratada de la industria textil, cuyo consumo de agua es de 3000 m^3•d^{-1} (Karci, 2014). Por ejemplo, una fábrica que produce 8 t de tela consume 1.6 x 10^6 L•$día^{-1}$ (Kant, 2012) generando grandes volúmenes de aguas residuales (Mahawar y Akhtar, 2016). Debido a estas condicionantes, los agricultores en las cercanías de estas industrias consideran que estos efluentes pueden ser rentables para el riego (Pokhriya *et al*., 2017). Younas *et al*. (2020) determinaron que el riego con aguas residuales textiles tratadas mezcladas con aguas residuales domésticas 1:1 (v:v) mejoró la productividad y disminuyó la concentración de metales pesados del *Zea mays* L. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de agua residual textil tratada y diluida sobre la acumulación de metales pesados en alfalfa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), 24° 22’ N y 102° 22’ O, a 1120 msnm. De enero a abril del 2018. La región registra una precipitación media de 235 mm•$año^{-1}$ y temperatura 18.6 °C (Schmidt, 1989). Para la obtención de las muestras del agua residual de la Industria Textil (ARTIT) y del pozo agrícola (APA) se aplicó la norma NMX-AA-051-SFCI-2001 (SE, 2001). La planta tratadora de agua residual se localiza en la zona industrial del municipio de Torreón, Coahuila y el pozo de riego, número 950, en el Ejido La Rosita, Mpio. San Pedro de las Colonias, Coahuila. La selección del pozo se realizó en atención a las concentraciones reportadas por Azpilcueta-Pérez *et al*. (2017) 0.042 y 0.276 mg•L^{-1} de Cd y Pb. El suelo (Franco-arcilloso) se obtuvo del campo experimental INIFAP Matamoros, Coahuila. Se determinó el contenido de Cd^{2+}, Ni^{2+} y Pb^{2+} en muestras de suelo (0.11, 0.10 y 0.00 mg•kg^{-1}), del ARTIT (0.001, 0.04 y <0.001 mg•L^{-1}) y del APA (0.07, 0.45, 2.54 mg•L^{-1}) por absorción atómica. Los tratamientos (T) evaluados consistieron en: tratamiento testigo agua destilada (TTAD);

TAPA (estos tratamientos no se diluyeron); T1 = 1:3 (ARTIT:AD, v:v); T2 = 1:1 (ARTIT:AD, v:v); T3 = 3:1 (ARTIT:AD, v:v); y T4 = 1:0 (ARTIT:AD, v:v), las diluciones se realizaron de acuerdo con Nath *et al*. (2007). La alfalfa, variedad cuf 101, se estableció en el Jardín Botánico, UAAAN-UL, a temperatura ambiente, en macetas de plástico de 10 kg, rellenas con suelo franco-arcilloso, sembrándose 10 semillas•maceta^{-1}. Como riego se aplicaron 250 mL•maceta^{-1}•día^{-1} de cada tratamiento, con cinco repeticiones, en un diseño completamente al azar.

La cosecha se realizó al 10% de floración y se obtuvieron muestras de follaje y raíz – se aplicó agua destilada para facilitar su recuperación, por tratamiento y repetición, éstas se colocaron en bolsas de papel estraza etiquetadas, se trasladaron al Laboratorio de Suelos, se colocaron en estufa FELISA® de aire forzado, a 75 °C, 72 h, y se molieron hasta grado talco en molino Wiley-mini®. De cada maceta se recuperó 1 kg de suelo, se secó a temperatura ambiente 24 h, se tamizó en malla No. 25, se depositó en bolsas de plástico, conservándose hasta los análisis químicos. De acuerdo al método de Landero-Figueroa *et al*. (2007), modificado por Lara-Viveros *et al*. (2015), de cada muestra de follaje, raíz y suelo, se pesó 1 g, en balanza analítica AND Modelo HR-200®, se digirieron en HNO_3 (96%), en digestor Ethos One® y en los extractos se determinó la concentración de Cd^{2+}, Pb^{2+} y Ni^{2+}, mediante absorción atómica (Perkin Elmer 2380®). Los datos registrados de concentraciones de metales en follaje, raíz y suelo, fueron sometidos a ANOVA, programa Infostat, y se aplicó la prueba de comparación de medias LSD_{05}-Fisher.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se registró diferencia significativa en las concentraciones de Cd^{2+}, por efecto de tratamientos en: follaje, raíz y suelo (Tabla 1). De manera similar, Dhaouefi *et al*. (2018) registraron ausencia de diferencia estadística, respecto a la concentración de este metal, en muestras de suelo y follaje, en cultivo de rábano, al cual se le aplicó agua residual textil no tratada y agua potable. Específicamente, en las partes vegetativas, las concentraciones de Cd^{2+} resultaron bastante inferiores a los valores reportados por Singh *et al*. (2009), de 5 a 50 µg•mL^{-1}, quienes establecieron que la alfalfa se verá seriamente afectada cuando se utilizan, como riego, efluentes con este rango de concentración, comportamiento no detectado en el presente estudio. La reducida concentración de Cd^{2+} en follaje, raíz y suelo, en gran parte puede ser debida al factor tiempo, ya que se ha demostrado que después de 20 años de aplicar riegos con aguas residuales se registran concentraciones demasiado pequeñas de este elemento (Singh *et al*., 2010).

Tabla 1. Concentración promedio de cadmio (Cd^{2+}), níquel (Ni^{2+}) y plomo (Pb^{2+}) en follaje, raíz de alfalfa y en el suelo regado con agua residual tratada de la industria textil.

Componente	Tratamiento	Cd^{2+}	Ni^{2+}	Pb^{2+}
		($\mu g \cdot g^{-1}$)		
Follaje	TTAD	0.02±0.01 [a]	0.06±0.03 [a]	0.34±0.06 [a]
	TAPA	0.06±0.02 [a]	0.12±0.04 [a]	0.50±0.05 [a]
	T1	0.03±0.01 [a]	0.05±0.02 [a]	0.23±0.11 [a]
	T2	0.04±0.02 [a]	0.11±0.03 [a]	0.49±0.09 [a]
	T3	0.04±0.01 [a]	0.06±0.01 [a]	0.35±0.08 [a]
	T4	0.04±0.02 [a]	0.13±0.03 [a]	0.36±0.08 [a]
Raíz	TTAD	0.05±0.01 [a]	0.08±0.02 [b]	0.24±0.10 [a]
	TAPA	0.09±0.01 [a]	0.16±0.04 [a]	0.50±0.14 [a]
	T1	0.04±0.02 [a]	0.05±0.02 [b]	0.37±0.10 [a]
	T2	0.05±0.01 [a]	0.03±0.01 [b]	0.26±0.05 [a]
	T3	0.06±0.02 [a]	0.07±0.03 [b]	0.36±0.06 [a]
	T4	0.03±0.02 a	0.03±0.02 [b]	0.25±0.04 [a]
Suelo	TTAD	0.01±0.01 [a]	0.06±0.03 [b]	0.25±0.05 [b]
	TAPA	0.02±0.01 [a]	0.13±0.05 [ab]	0.53±0.04 [a]
	T1	0.01±0.01 [a]	0.21±0.04 [a]	0.24±0.04 [b]
	T2	0.02±0.01 [a]	0.10±0.02 [b]	0.48±0.14 [a]
	T3	0.02±0.01 [a]	0.07±0.02 [b]	0.21±0.08 [b]
	T4	0.03±0.01 [a]	0.09±0.02 [b]	0.24±0.04 b

Concentraciones promedio ± EE. AD = Agua Destilada; ARTIT = Agua Residual Tratada de la Industria Textil; TTAD = Tratamiento Testigo con Agua Destilada; TAPA = Tratamiento con Agua de Pozo Agrícola; T1 = 1:3 (ARTIT:AD, v:v); T2 = 1:1 (ARTIT:AD, v:v); T3 = 3:1 (ARTIT:AD, v:v); y T4 = 1:0 (ARTIT:AD, v:v), Las medias con las mismas letras dentro de una misma columna para cada órgano vegetativo y suelo, son estadísticamente iguales. Prueba de LSD-Fisher ($P \leq 0.05$).

Para el Ni^{2+}, no se obtuvo diferencia significativa en follaje, ni en raíz (Tabla 1). Este resultado puede atribuirse a la facilidad de acumulación de este metal en el suelo (Abunada y Nassar, 2014) y por lo tanto en diferentes partes del cultivo (Pokhriya *et al*., 2017). Esta característica también depende de la capacidad radicular de absorción de elementos por diferentes cultivos (Zheng *et al*., 2007). Las mayores concentraciones de Ni2+ en el suelo se observaron en los tratamientos TAPA y T1, esto es un resultado inesperado aunque puede deberse a la disponibilidad de los metales e interacciones entre los diversos parámetros fisicoquímicos del suelo (Bose y Bhattacharyya, 2008). Se afirma en base a los resultados, que se puede utilizar ARTIT, con y sin diluciones, para cultivar alfalfa, ya que el Ni2+ no rebasa los límites permitidos en el suelo; y, además sus concentraciones en raíz, resultaron ser menores a la concentración registrada con la aplicación del TAPA.

Para el Pb^{2+} no se encontraron diferencias significativas en la acumulación en follaje y raíz (Tabla 1). Lo que puede estar relacionado con la capacidad de unión de los metales

pesados con las raíces (Tóth *et al*., 2009), ya que los metales se bioacumulan más en esta área que en los brotes (Al-Rashdi y Sulaiman, 2013). Igualmente, también puede haberse debido a que la absorción y acumulación de metales pesados en las plantas depende de factores como la temperatura, humedad, materia orgánica, pH y disponibilidad de nutrientes (Rupa *et al*., 2003). Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Chaoua *et al*. (2018) quieres determinaron que la acumulación de Pb^{2+} en follaje y raíz de la alfalfa fueron estadísticamente iguales, cuando se aplica como riego agua residual.

En el suelo la mayor concentración de Pb^{2+} se observó en los tratamientos TAPA y T2, debido a que el agua de pozo fue la que presentó la mayor concentración (2.54 $\mu g \cdot L^{-1}$). Respecto al ARTIT, con y sin diluciones, (< 0.001 $\mu g \cdot L^{-1}$), la concentración de Pb^{2+} en el suelo fue similar a la encontrada en el tallo y raíz, debido a que a haber sido absorbido por la alfalfa, no se registró una disminución en el suelo debido al riego aplicado al cultivo (Lara-Viveros *et al*., 2015). Aunque el T2 registró la mayor concentración de Pb^{2+} en este estudio, es posible recomendar la aplicación del ARTIT, con y sin diluciones, para riego de alfalfa, ya que los niveles de este metal fueron reducidos.

CONCLUSIONES

El efluente textil tratado, con y sin diluciones con agua destilada, es una alternativa para el riego de alfalfa, debido a que no afecta su germinación, además de que no contribuye a la acumulación de metales pesados en las partes vegetativas de este cultivo.

AGRADECIMIENTOS

El proyecto, con clave: 38-111-4256001002-2787, fue financiado por la Universidad Autónoma Agraria Antonio.

REFERENCIAS

Abunada, Z. and A. Nassar. 2014. Impacts of wastewater irrigation on soil and alfalfa crop: Case study from Gaza Strip. Environmental Progress and Sustainable Energy 34: 1-7.

Al-Rashdi, T. T. and H. Sulaiman. 2013. Bioconcentration of heavy metals in alfalfa (*Medicago sativa*) from farm soils around sohar industrial area in Oman. Asia-Pacific Chemical, Biological & Environmental Engineering Society 5: 271 – 278.

Azpilcueta-Pérez, M., A. Pedroza-Sandoval, I. Sánchez-Cohen, M. R. Salcedo-Jacobo y R. Trejo-Calzada. 2017. Calidad química del agua en un área agrícola de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en la Comarca Lagunera, México. Rev. Inter. Contaminación Ambiental 33: 75-83.

Bose, S. and A. K. Bhattacharyya. 2008. Heavy metal accumulation in wheat plant grown in soil amended with industrial sludge. Chemosphere 70: 1264-1272.

Chaoua, S., S. Boussaa, A. Gharmali and A Boumezzough. 2018. Impact of irrigation with wastewater on accumulation of heavy metals in soil and crops in the region of Marrakech in Morocco. J. Saudi Society of Agricultural Sciences 18: 429-436.

Chopra, A. K. and C. Pathak. 2015. Accumulation of heavy metals in the vegetables grown in wastewater irrigated areas of Dehradun, India with reference to human health. Environmental Monitoring and Assessment 187: 1-8.

CONAGUA. 2017. Usos del agua en México. Comisión Nacional del Agua. https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/usos-del-agua. Consulta: 31/05/2018.

Dhaouefi, Z., A. Toledo-Cervantes, D. Garcia, A. Bedoui, K. Ghedira, L. Chekir-Ghedira and R. Muñoz. 2018. Assessing textile wastewater treatment in an anoxic-aerobic photobioreactor and the potential of the treated water for irrigation. Algal Research 29: 170-178.

González-Barrios, J. L., M. Villa-Castorena, E. A. Catalán-Valencia, G. González-Cervantes, y M. A. Inzunza-Ibarra. 2013. Geografía de la calidad del agua subterránea para riego en la Comarca Lagunera: conductividad eléctrica. AGROFAZ 13: 119-124.

Kant, R. 2012. Textile dyeing industry an environmental Hazard. Natural Science 4: 22-26.

Karci, A. 2014. Degradation of chlorophenols and alkylphenol ethoxylates, two representative textile chemicals, in water by advanced oxidation processes: The state of the art on transformation products and toxicity. Chemosphere 99: 1-18.

Landero-Figueroa, J. A., K. Wrobel, S, Afton, J. A. Caruso, J. F. Gutierrez-Corona and K. Wrobel. 2007. Effect of some heavy metals and soil humic substances on the phytochelatin production in wild plants from silver mine areas of Guanajuato, México. Chemosphere 70: 2084–2091.

Lara-Viveros, F. M., A. Ventura-Meza, M. Ehsan, A. Rodríguez-Ortega, J. Vargas-Montiel y N. Landero-Valenzuela. 2015. Contenido de Cd y Pb en suelo y plantas de cultivos irrigados con aguas residuales en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. Rev. Inter. Contaminación Ambiental 31: 127-132.

Mahawar, P. and A. Akhtar. 2016. Impact of dye effluent on growth and chlorophyll content of alfalfa (*Medicago sativa* L.). Annals Plant Sciences 5: 1432-1435.

Nath, K., D. Singh and Y. Sharma. 2007. Combinatorial effects of distillery and sugar factory effluents in crop plants. J. Environmental Biology 28: 577-582.

Pokhriya, P., D. Punetha, K. Arunachalam and A. Arunachalam. 2017. Can we use textile effluent as a source of irrigation: A case from Bhagwanpur, Uttarakhand (India). International J. Appl. Environmental Sciences 12: 527-540

Rupa, T. R., S. Rao and M. Singh. 2003. Effects of farmyard manure and phosphorus on zinc transformations and phyto-availability in two alfisols of india. Biores. Technol. 87: 279–288.

SE (2001) Norma Oficial Mexicana NMX-AA-051-SC¬FI-2001. Análisis de agua, determinación de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas método de prueba. Secretaría de Economía. DOF. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166785/NMX-AA-051-SCFI-2001.pdf. Consulta 24/08/2017.

Schmidt, R. H. 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and conceptualization of the Sonoran Desert. J. Arid Environments 16: 241-256.

SIAP. 2018. Anuarios estadísticos de la producción agropecuaria. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. https://www.gob.mx/siap. Consulta 16/06/2020

Singh, A., S. Eapen and M. H. Fulekar. 2009. Potential of *Medicago sativa* for uptake of cadmium from contaminated environment. Romanian Biotechnological Letters 14: 4164-4169.

Singh, A., R. K. Sharma, M. Agrawal and F. Marshall. 2010. Risk assessment of heavy metal toxicity through contaminated vegetables from waste water irrigated area of Varanasi, India. Tropical Ecology 51: 375-387.

Tóth, T., J. Tomáš, P. Lazor, D. Bajčan and K. Jomová. 2009. The transfer of metals from contaminated soils into agricultural plants in high Tatras region. Czech J. Food Sciences 27: 390–393.

Yan-Jie, G., H. Cheng-Long, F. Jing-Wei, S. Xiao-Peng, K. Meng, S. Xiao-Yan *et al.* 2018. Alfalfa forage yield, soil water and p availability in response to plastic film mulch and p fertilization in a semiarid environment. Field Crops Research 215: 94-103.

Younas, S., H. Rizvi, S. Ali and F. Abbas. 2020. Irrigation of *Zea mays* with UASB-treated textile wastewater; effect on early irrigation of *Zea mays* with UASB-treated textile wastewater; effect on early growth and physiology. Environ. Scie. Pollution Research 27: 15305–15324.

Zheng, N., Q. Wang and D. Zheng. 2007. Health risk of Hg, Pb, Cd, Zn and Cu to the inhabitants around Huludao zinc plant in China via consumption of vegetables. Scie. Total Environ. 383: 81-89.

APLICACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE AVENA FORRAJERA (*Avena sativa* L.) EN DURANGO

APPLICATION OF ORGANIC MATERIAL FOR THE SUSTAINABLE PRODUCTION OF FORAGE OAT (*Avena sativa* L.) IN DURANGO

Donaji-Sierra, Zurita[1], Rigoberto Rosales Serna[1], Saúl Santana Espinoza[1*], Julio César Ríos Saucedo[1], Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1]

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital, Durango, Dgo., México. C. P. 34170. *santana.saul@inifap.gob.mx.

RESUMEN

La avena es un cereal de importancia alimentaria debido a la composición nutrimental del grano. Se evaluó una plantación de avena variedad Avemex con diferentes formas de fertilización: sin fertilización (testigo), fertilización foliar, fertilización química e incorporación de materia orgánica (pélets de maralfalfa) en el estado de Durango. La cosecha de la avena se realizó en madurez fisiológica del cultivo (lechoso-masoso) para determinar el rendimiento en fresco y en seco del forraje y del grano. Los valores del rendimiento en forraje fresco estuvieron en un rango de 30,016 a 42,689 kg ha^{-1}, mientras que en peso seco estuvo entre 9,491 a 13,279 kg ha^{-1}. De acuerdo al análisis estadístico el rendimiento del forraje en fresco no se encontraron diferencias estadísticamente significativas y el forraje en seco si se encontraron diferencias estadísticas, sobresaliendo el tratamiento orgánico ($p \leq 0.05$). Los valores de rendimiento en grano en fresco fueron de 6,754 a 9,101 kg ha^{-1} sin diferencias significativas mientras que, en peso seco, los rendimientos fluctuaron de 2,798 a 3,816 kg ha^{-1} sobresaliendo estadísticamente ($p \leq 0.05$) el tratamiento de fertilización orgánica. La fertilización con pélets de maralfalfa presentó las mejores características de calidad en el cultivo de avena Avemex en rendimiento en fresco como en seco, debido a los resultados esta opción de fertilización podría ser una alternativa sustentable para la producción de cereales forrajeros.

ABSTRACT

Oats are a cereal of nutritional importance due to the nutritional composition of the grain. An Avemex variety oat plantation with different forms of fertilization was evaluated: without fertilization (control), foliar fertilization, chemical fertilization and incorporation of organic matter (maralfalfa pellets) in the state of Durango. The oat harvest was carried out at the

physiological maturity of the crop (milky-dough) to determine the fresh and dry performance of the forage and grain. The yield values in fresh forage were in a range of 30,016 to 42,689 kg ha^{-1}, while in dry weight it was between 9,491 to 13,279 kg ha^{-1}. According to the statistical analysis, the performance of the fresh forage did not find statistically significant differences and the dry forage if statistical differences were found, with the organic treatment standing out ($p \leq 0.05$). The fresh grain yield values were from 6,754 to 9,101 kg ha^{-1} without significant differences while, in dry weight, the yields fluctuated from 2,798 to 3,816 kg ha^{-1}, statistically excelling ($p \leq 0.05$) the organic fertilization treatment. Fertilization with maralfalfa pellets presented the best quality characteristics in the Avemex oat crop in fresh and dry yields. Due to the results, this fertilization option could be a sustainable alternative for the production of forage cereals.

INTRODUCCIÓN

La avena (*Avena sativa* L.) ocupa el sexto lugar de los cereales que se producen en el mundo, en México se principales estados productores de avena forrajera son Chihuahua, Durango y México (SIAP, 2019). En el país la avena se divide en dos grupos de acuerdo a su consumo. Avena forrajera y avena de grano.

La avena es una planta productora de grano, que además se utiliza como forraje para la alimentación del ganado en pastoreo, heno o ensilado por su buena calidad cuando otros cultivos forrajeros son escasos (Ramírez *et al*., 2013). El cultivo de avena es importante como alternativa en la alimentación pecuaria como forraje por su alta digestibilidad, alta cantidad de energía metabolizable y la calidad de su fibra soluble e insoluble (Espitia *et al*., 2012), tiene un alto contenido de proteína, fibra, vitaminas y minerales. Existen diversas variedades de avena forrajera, la variedad Avemex se caracteriza por tener un alto contenido de proteína alrededor de 20.7 % (Ortiz *et al*., 2013).

En los últimos años se ha demostrado un interés por encontrar alternativas de fertilización en la producción agrícola con la finalidad de evitar daños al ambiente producidos por la fertilización química. La fertilización orgánica ha demostrado beneficios en el suelo como la erosión del mismo, ayuda a retener la humedad del suelo, entre otros beneficios. Diversos autores han demostrado que la fertilización orgánica y combinada (química-orgánica) producen un efecto positivo sobre el rendimiento (Montaño *et al*., 2017).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica en comparación con la fertilización química sobre el rendimiento de este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó una plantación de avena variedad Avemex en respuesta a cuatro tratamientos de fertilización. La fertilización se realizó 28 días después de la siembra, antes del tercer riego de auxilio, y se incluyeron los tratamientos siguientes: 1) Sin fertilización (testigo), 2) Fertilización foliar, 3) Fertilización química y 4) Incorporación de materia orgánica. El tratamiento testigo se mantuvo libre de la aplicación de productos químicos y orgánicos. La fertilización foliar incluyó la aspersión de una mezcla de fertilizantes foliares UAN 32 (6 L/ha) y FertiGro fósforo (5 L/ha). En la fertilización química se distribuyó manualmente la dosis 120-60-00 (N-P_2O_5- K_2O), obtenida con la mezcla de urea y fosfato diamónico. La materia orgánica se realizó mediante la distribución de pélets de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) a razón de 6 t/ha. En este caso, la biomasa de maralfalfa (tallos y hojas) se trituró y se elaboraron pélets, para disminuir su volumen y facilitar su manejo y aplicación.

El control de la maleza se efectuó mediante una aplicación de herbicida (2, 4-D Amina) y un dehierbe manual con azadón y se aplicó un total de siete riegos de auxilio, los cuales permitieron evitar el estrés hídrico severo en las plantas de avena. Se evaluó la producción de forraje fresco y seco, durante ocho muestreos que iniciaron en la etapa de amacollamiento y concluyeron durante el llenado del grano. En el muestreo se utilizó un cuadrante de 0.25 m^2, en el cual se cortaron las plantas 5 cm por encima de la superficie del suelo, se realizaron muestreos semanales (ocho). Las muestras de forraje se colocaron en bolsas de papel, rotuladas previamente, y se pesaron inmediatamente después del corte en una balanza digital con una presición de 0.01 g. Después, se colocaron las muestras en una estufa con aire forzado a 60 ºC durante 72 h (peso constante), para después pesarlas y obtener el peso seco del forraje.

El análisis de varianza de los datos obtenidos se realizó en un diseño completamente aleatorio y cinco repeticiones por tratamiento. En las variables y muestreos que se registraron diferencias significativas entre tratamientos se realizó la comparación de medias con base en la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). El análisis de varianza y la prueba de medias se efectuaron con el programa computacional SAS® ver. 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron diversos muestreos durante el desarrollo del cultivo de avena Avemex, siendo el último a su momento de cosecha, es decir a los 100 días después de la siembra (DDS). El análisis de varianza mostró que el rendimiento de los tallos fue significativo. En el Cuadro 1 se presentan los valores correspondientes a los rendimientos en fresco de tallos, hojas, grano y relación tallo/hoja.

Respecto al rendimiento en tallos se encontró diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) entre la fertilización foliar y orgánica, siendo esta última la estadísticamente superior. Los valores de rendimiento de los tallos estuvieron en un rango de 17,868 a 27,305 kg ha^{-1}.

Los valores de rendimiento de la avena forrajera no presentaron diferencias estadísticamente significativas, los valores fluctuaron de 5,190 a 6,281 kg ha^{-1}.

Los rendimientos del grano de la avena Avemex estuvieron en un rango de 6,754 a 9,101 kg ha^{-1}, aunque no se encontró diferencias significativas la avena fertilizada con materia orgánica fue la de mayor rendimiento.

En cuanto a la relación tallo/hoja los valores de rendimiento variaron de 22.7 a 28.9 kg ha^{-1}, sin diferencias significativas.

Cuadro 1. Valores medios del rendimiento de forraje fresco obtenido en avena Avemex con diferentes tratamientos de fertilización. Durango, 2020.

Tratamiento	Forraje Fresco (kg/ha)			
	Tallos	Hojas	Grano	Relación Tallo/Hoja
Foliar	17868[b]	5190	6958	28.9
Químico	26124[ab]	7033	7667	27.0
Sin Fertilizante	22873[ab]	5301	6754	23.0
Pélets	27305[a]	6281	9101	22.7
Promedio	23542	5951	7620	25.4
[1]CV (%)	20.5	26.0	17.4	16.0

[1]CV = coeficiente de variación. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa entre tratamientos de fertilización con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

En el Cuadro 2 se muestran los valores de los rendimientos en materia seca de las variables evaluadas en respuesta a los diferentes tratamientos de fertilización. Los valores de

rendimiento en seco de los tallos estuvieron en un rango de 4,881 a 7,758 kg ha^{-1}, encontrándose diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre la aplicación foliar y la orgánica.

Con respecto al rendimiento en hojas, los valores fluctuaron de 1,554 a 2,011 kg ha^{-1}, no encontrándose diferencias significativas en respuesta a los diferentes tratamientos de fertilización.

En cuanto al rendimiento en grano los valores variaron de 2,798 a 3,816 kg ha^{-1}, encontrándose diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre el testigo y el orgánico, siendo este último el de mayor rendimiento. Estos valores fueron superiores a los reportados por Villaseñor *et al*. (2019) en la variedad Avemex (1,516 kg ha^{-1}) y variedad Jade (2,241 kg ha^{-1}) en condiciones climáticas del Valle de México.

Los valores de relación tallo/hoja fluctuaron de 22.1 a 32 kg ha^{-1}, de acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencias significativas ($p \leq 0.05$) destacando al tratamiento foliar y químico como los de mejor rendimiento.

Cuadro 2. Valores medios del rendimiento de forraje seco obtenido en avena Avemex con diferentes tratamientos de fertilización. Durango, 2020.

Tratamiento	Forraje Seco (kg/ha)			
	Tallos	Hojas	Grano	Relación Tallo/Hoja
Foliar	4881[b]	1554	3056[ab]	32.0[a]
Químico	6759[ab]	2011	3354[ab]	29.7[a]
Sin Fertilizante	5516[ab]	1583	2798[b]	28.7[ab]
Pélets	7758[a]	1706	3816[a]	22.1[b]
Promedio	6228	1714	3256	28.1
[1]CV (%)	20.6	19.5	16.5	13.0

[1]CV = coeficiente de variación. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa entre tratamientos de fertilización con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

En el Cuadro 3 se presentan los rendimientos de la avena variedad Avemex en peso fresco y seco. Los rendimientos en fresco oscilaron de 30,016 a 42,686 kg ha^{-1}, a pesar de encontrarse diferencias significativas la avena fertilizada con pélets de maralfalfa fue la de mayor rendimiento. Para el caso de peso en seco, los valores fluctuaron de 9,491 a 13,279 kg ha^{-1} encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre la fertilización foliar y la orgánica, siendo esta última la estadísticamente superior.

Cuadro 3. Valores medios del rendimiento de forraje fresco y seco obtenido en avena Avemex con diferentes tratamientos de fertilización. Durango, 2020.

Tratamiento	Forraje Fresco (kg/ha)	Forraje Seco (kg/ha)
Foliar	30016	9491[b]
Químico	40824	12124[ab]
Sin Fertilizante	34928	9897[ab]
Pélets	42686	13279[a]
Promedio	37114	11198
[1]CV (%)	19.7	17.3

[1]CV = coeficiente de variación. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa entre tratamientos de fertilización con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

Con base a los resultados la fertilización orgánica mediante la incorporación de pélets de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en el cultivo de avena Avemex presentó las mejores características de calidad y rendimiento en fresco como en materia seca. Las diferencias observadas entre las diferentes formas de fertilización en la avena Avemex, indican que la fertilización orgánica puede ser una alternativa estratégica para la sustitución de la fertilización química.

REFERENCIAS

Montaño-Carrasco, M., Hernández-Rodríguez, A., Martínez-Rosales, A., Ojeda-Barrios, D., Núñez-Barrios, A., & Guerrero-Prieto, V. (2017). PRODUCCIÓN Y CONTENIDO NUTRIMENTAL EN AVENA FORRAJERA FERTILIZADA CON FUENTES QUÍMICAS Y ORGÁNICAS. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(3), 317-324.

Ortiz-Robledo, F., Villanueva-Fierro, I., Oomah, B. D., Lares-Asef, I., Proal-Nájera, J. B., & Návar-Chaidez, J. J. (2013). Avenantramidas y componentes nutricionales de cuatro variedades mexicanas de avena (Avena sativa L.). Agrociencia, 47(3), 225-232.

Ramírez-Ordóñes, S., Domínguez-Díaz, D., Salmerón-Zamora, J. J., Villalobos-Villalobos, G., & Ortega-Gutiérrez, J. A. (2013). Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. *Revista fitotecnia mexicana*, 36(4), 395-403.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2020). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. México. Disponible en: https://www.gob.mx/siap/.

Villaseñor Mir, H. E., Espitia Rangel, E., Rodríguez García, M. F., Martínez Cruz, E., Huerta Espino, J., Hortelano Santa Rosa, R., & Osorio Alcalá, L. (2019). Jade: nueva variedad de avena para la producción de grano en siembras de temporal en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(5), 1183-1188.

AZOSPIRILLUM Y ESTIÉRCOL SOLARIZADO EN EL COMPORTAMIENTO AGRONOMICO Y CALIDAD DE TOMATE (*Solanum Lycopersicum* L.)

AZOSPIRILLUM AND SOLARIZED MANURE IN THE AGRONOMIC BEHAVIOR AND QUALITY OF TOMATO (Solanum Lycopersicum L.)

Andrade-Sifuentes, A.[1]*; Fortis-Hernández, Manuel[1]; Preciado-Rangel, Pablo[1]; Salazar-Sosa, Enrique[1], Orozco-Vidal, Jorge A.[1]

Tecnológico de Torreón. Antigua Carretera Torreón-San Pedro km 7.5, Torreón, Coahuila, México. C.P. 27170. Tel: (871) 1117279. [2].
***Autor para correspondencia: ing.andrade_85@hotmail.com**

RESUMEN

El objetivo del presente estudio consistió en determinar el impacto de la bio-Inoculación con *Azospirillum Brasilense* y estiércol solarizado sobre el rendimiento y calidad fitoquimica de frutos de tomate con respecto a un testigo con fertilización química convencional. Para ello, se probaron 12 tratamientos: T1=CAz, T2=TSAz, T3=E4Caz, T4=E4Saz, T5=E8Caz, T6=E8Saz, T7=E12Caz, T8= E12Saz, T9=E16Caz, T10=E16Saz, T11=FQCAz y T12=FQSAz t ha^{-1} de estiércol solarizado y fertilización química sobre plantas de tomate. Las parcelas experimentales se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial. Se realizó análisis de varianza y comparación de medias según Tukey. Las variables evaluadas fueron: número de frutos por planta, kg por planta, peso de fruto, Rendimiento / m^2, diámetro polar y ecuatorial, solidos solubles, firmeza y Licopeno. Los resultados obtenidos mostraron alta diferencia significativa ($P \leq 0,01$) para todas las variables evaluadas excepto para la variable de firmeza. El **T3** = E4Caz. Obtuvo mayor rendimiento alcanzando (13.57 kg/m^2). El contenido de Licopeno se vio favorecido en todos los tratamientos que fueron inoculados a diferencia del testigo con fertilización química. Los resultados obtenidos indican que la inoculación con *Azospirillum brasiliense* en conjunto con 40 y 80 ton ha^{-1} de estiércol solarizado favorece el rendimiento y calidad fitoquimica (Licopeno) de frutos de tomate. Por lo tanto podría ser una alternativa de fertilización ya que mejora la calidad nutricional de los frutos, sin disminuir el rendimiento de tomate en malla sombra.

ABSTRACT

The objetive of the present study was todetermine the impact of bio-inoculation with Azospirillum Brasilense and solarized manure on the yield and phytochemical quality of tomato fruits with respect to a control with convetional chemical fertilization. For this, 12

treatmens were tested: T1=CAz, T2=TSAz, T3=E4Caz, T4=E4Saz, T5=E8Caz, T6=E8Saz, T7=E12Caz, T8= E12Saz, T9=E16Caz, T10=E16Saz, T11=FQCAz y T12=FQSAz t ha^{-1} of solarized manuare and chemical fertilization on tomato plants. The experimental plots were distributed in a random block design with a 2x6 factorial arrangement. Analysis of variance and comparison of means according to tukey were performed. The variables evaluated were; number of fruits per plant, kg per plant, fruit weight, Yield /m^2, polar and equatorial diameter, soluble solids, firmness, and Lycopene. The results obtained showed a high significant difference ($P \leq 0,01$) for all the variables evaluated except for the firmness variable. He **T3** = E4Caz. Obtained higher performnce reaching (13.57 kg/m^2). The Lycopene content was favored in all the treatments that were inoculated unike the control with chemical fertilization. The results obtained indicate that the inoculation with Azospirillum brasilense in conjunction with 40 and 80 ton^{-1} of solarized manure favors the yield and phytochemical quality (Lycopene) of tomato fruits. Therefore, it could be a fertilization alternative since it improves the nutritional quality of the fruits. Therefore, it could be a fertilization alternative since it improver the nutritional quality of the fruits, without reducing the tomato yield in shade mesh.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las especies hortícolas más cultivadas en México por ser uno de los de mayor importancia económica, alta rentabilidad y gran demanda de mano de obra (Yuriko-Pilar *et al*., 2017), además de ser una de las hortalizas de mayor consumo a nivel mundial, debido a la amplia versatilidad en su uso (fresco y procesado) y por su alto valor nutracéutico (Martínez-Damián *et al.*, 2019). Las superficies establecidas para la producción del cultivo de tomate se encuentran en constante crecimiento, principalmente en sistemas de ambientes protegidos, lo que ha incrementado el uso de agroquímicos y fertilizantes inorgánicos los cuales, sin un adecuado manejo, pueden causar problemas en la salud humana y al ambiente (Salas-Pérez *et al.,*2016). Unas de las alternativas sostenibles para mitigar los efectos ambientales negativos de los fertilizantes, reducir los índices de contaminación de los residuos orgánicos y mejorar la calidad organoléptica y nutracéutica de los frutos de las hortalizas, es el uso de abonos orgánicos como el estiércol de bovino solarizado (Salas-Pérez *et al.,*2017), además de la utilización de bioinoculantes a base de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) como *Azospirillum Brasilense* (Espinosa *et al.,* 2017). El estiércol solarizado, al usarse de una manera correcta promueve un mayor rendimiento e incrementa

la calidad nutraceutica del fruto de tomate producidos bajo malla sombra, González *et al. (*2020). debido a que aporta materia orgánica y nutrimentos, mejoran las características físico-químicas (estructura, retención de humedad y fertilidad) del suelo, incrementan la población microbiana presente en el suelo y se ha demostrado que reducen algunas enfermedades inducidas por hongos fitopatógenos del suelo Valadez *et al.* (2016). Bajo este sentido, el objetivo del presente trabajo fue determinar el impacto de la bio-Inoculación con Azospirillum Brasilense y estiércol solarizado en el desarrollo, rendimiento y calidad de frutos de tomate producidos en malla sombra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el año 2019 durante el ciclo agrícola primavera – verano en una malla sombra de una empresa cooperante (Ganadera-VIGO S.A. de C.V.) misma que está ubicada en el km 21 de la carretera Torreón- San Pedro, Coahuila en el paralelo 25°43'05'' de latitud norte. Se usaron semillas de tomate tipo saladette variedad TOP 2299, las cueles fueron tratadas por el método de triple desinfección. (French *et al.,* 1980). Una vez desinfectada la semilla fue sumergida en líquido bacteriológico con 1.2 X 10^{12} UFC de *Azospirillum brasilense* durante 1 minuto, para posterior-mente ser sembrada. Durante el crecimiento de la planta en invernadero se realizaron otras dos inoculaciones por el método de inmersión (Espinosa *et al*., 2017).

El estiércol fue aplicado al sitio experimental un mes antes de la siembra, se incorporó en los primeros 30 cm de profundidad del suelo con la finalidad de homogenizarlo en toda el área de estudio. Los tratamientos evaluados consistieron en la aplicación de estiércol solarizado en dosis de 0, 40, 80, 120 y 160 t ha^{-1}, fertilización convencional (366-95-635: N-P_2O_5-K_2O) y la inoculación con *Azospirillum* de plantas de tomate (Cuadro 1). Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial con tres repeticiones.

Cuadro 1. Tratamientos establecidos con diferentes dosis de estiércol solarizado sobre platas de tomate Con y Sin inocular con *Azospirillum Barasielnse* bajo condiciones de malla sombra.

Tratamientos	**Descripción**
T1 = TCAz	Testigo con Azospirillum
T2 = TSAz	Testigo sin Azospirillum
T3 = E4CAz	Estiércol Solarizado (40 t ha^{-1}) con Azospirillum
T4= E4SAz	Estiércol Solarizado (40 t ha^{-1}) sin Azospirillum
T5 = E8CAz	Estiércol Solarizado (80 t ha^{-1}) con Azospirillum
T6 = E8SAz	Estiércol Solarizado (80 t ha^{-1}) sin Azospirillum

T7 = E12CAz	Estiércol Solarizado (120 t ha^{-1}) con Azospirillum
T8 = E12SAz	Estiércol Solarizado (120 t ha^{-1}) sin Azospirillum
T9 = E16CAz	Estiércol Solarizado (160 t ha^{-1}) con Azospirillum
T10 = E16SAz	Estiércol Solarizado (160 t ha^{-1}) sin Azospirillum
T11 = FQCAz	F. Química (366-95-635: N-P_2O_5-K_2O) con Azospirillum
T12 = FQSAz	F. Química (366-95-635: N-P_2O_5-K_2O) sin Azospirillum

Para determinar el efecto que inducen los tratamientos sobre la calidad biofísica de los frutos, se evaluó tamaño del fruto (diámetro polar y diámetro ecuatorial) utilizando un calibrado Vernier digital (Marca STEREN), el contenido de sólidos solubles (determinado en °Brix), con un refractómetro Master-T, (la firmeza con un penetrómetro con embolo de 3 mm (FHT200, Extech Instruments®, USA), El rendimiento en (Kg m^2) se obtuvo considerando todos los frutos de tamaño comercial del primer al décimo racimo por planta, para ello se tomaron dos plantas centrales de cada una de las unidades experimentales. (Tres repeticiones). Para la determinación de licopeno se analizaron tres frutos seleccionados al azar de cada tratamiento. Se realizó un análisis de varianza para determinar las diferencias entre los tratamientos y la prueba múltiple de Tukey ($P \leq 0.01$) para la comparación de medias. Los análisis se realizaron con el programa software estadístico. SAS Ver. 9.4 (SAS, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la variable de rendimiento por m^2, el **T3**= E4Caz supero un 6.7 % al testigo (T11), y un 35.7% a los tratamientos con altas cantidades de estiércol solarizado (T7, T8, T9 y T10) Cuadro 2. Además de que obtuvo alta significancia ($P \leq 0.01$) en la interacción de (40 y 80 ton^{-1} de estiércol solarizado + inoculo) Cuadro 3. Yuriko-Pilar *et al.* (2017), mencionan que la aplicación de fertilizantes orgánicos favorece la producción de biomasa y mejora la fertilidad y calidad del suelo, Pulleman *et al*. (2013), debido a que aporta sustancias promotoras del crecimiento vegetal (vitaminas, hormonas, enzimas) que favorecen el crecimiento y desarrollo de la planta Doan *et al.,* (2015). Estudios previos por Kirschbaum *et al.* (2017), reportaron incrementos en rendimientos utilizando microorganismos RPCV, este rendimiento podría deberse a que produce antibióticos, toxinas, sideróforos, enzimas líticas e inducen la resistencia sistémica, esto justifica el amplio uso de RPCV como biofertilizantes para minimizar los efectos negativos en la productividad y calidad de los cultivos agrícolas

causada por distintos Fito patógenos, así mismo reduciendo la contaminación de los suelos y mantos acuíferos por los agroquímicos. (Villarreal-Delgado *et al.,* 2018).

Cuadro 2.- Rendimiento por M^2, Diámetro polar, Diámetro ecuatorial, Solidos Solubles y Firmeza en frutos de tomate por efecto de la interacción estiércol solarizado y *Azospirillum Brasilense.*

Tratamientos	Rendimiento	Diámetro De Fruto		S.S	Firmeza
		Polar	***Ecuatorial***		
	M^2	---------- mm	----------	° Brix	(Newton)
T1 **TCAz**	10.67 g	74.12 h	52.11 g	6.00 c	10.41 g
T2 **TSAz**	9.17 i	71.78 k	48.91 k	5.00 d	12.18 c
T3 **E4CAz**	13.57 a	86.48 a	62.70 a	5.00 d	8.447 l
T4 **E4SAz**	10.78 f	81.50 c	55.47 c	5.00 d	11.80 d
T5 **E8CAz**	13.15 b	80.80 d	55.79 b	5.00 d	12.27 b
T6 **E8SAz**	11.87 e	76.79 g	49.09 j	5.00 d	12.59 a
T7 **E12CAz**	9.41 h	72.64 i	53.09 e	7.00 b	10.51 f
T8 **E12SAz**	8.68 k	77.57 f	39.45 l	7.00 b	10.13 i
T9 **E16CAz**	9.11 j	69.19 l	52.41 f	8.00 a	8.79 k
T10 **E16SAz**	7.68 k	71.81 j	51.36 h	8.27 a	14.21 j
T11 **FQCAz**	12.66 c	85.82 b	54.15 d	7.00 b	10.31 e
T12 **FQSAz**	11.95 d	80.50 e	49.16 i	6.00 c	10.31 h

Las medias con letras iguales en una columna para cada factor no son estadísticamente diferentes (Tukey, p≤ 0.01).

En relación a las variables de diámetro polar y diámetro ecuatorial los mayores valores se presentaron en el tratamiento **T3**=E4CAz, con medias de 86.48 y 62.70 mm, respectivamente, los cuales corresponden a frutos de tamaño grande de acuerdo a la norma oficial NMX-FF-031-1997-SCFI (1992) Cuadro 2. La inoculación con *Azospirillum*, generó un mayor crecimiento de frutos de tomate (1.9 y 11.15%) más que los no inoculados Cuadro 3, efectos que coinciden con Esitken *et al.*(2006), quienes registraron un incremento del 1.06 %, en el tamaño de los frutos de plantas de cereza dulce inoculadas con bacterias promotoras de crecimiento vegetal en comparación con un tratamiento testigo. (Espinosa-Palomeque *et al.,*2017) mencionan que la calidad física de frutos de tomate se ve beneficiada por efecto de la interacción sustratos orgánicos × RPCV. Respecto a las variables de solidos solubles totales, se obtuvo mayor concentraciones en los tratamientos **T9=** E16Caz y **T10=** E16Saz los cuales corresponden a la aplicación de cantidades altas de estiércol solarizado Cuadro 2. Sin embargo para el factor B (Inoculo) se observó diferencia significativa (*P*≤ 0.01) al inocular con *Azospirillum Brasilense* incrementando su concentración en plantas inoculadas Cuadro 3. Los resultados obtenidos para esta variable

coinciden con los reportados por Kumar *et al.,* 2015, quienes indican que los sustratos orgánicos más la aplicación de RPCV generan frutos de mayor contenido de sólidos solubles. Al respecto, Cuartero *et al.* (1988), destacan que el contenido de sólidos solubles se incrementa debido a la mayor concentración de sales presentes. En cuanto a la mejor firmeza de fruto la obtuvo el **T6=** E8SAz. En estas variables las plantas que fueron inoculadas no presentaron diferencia significativa a las no inoculadas Cuadro 2. Resultados similares fueron encontrados por Esitken *et al*. (2010), quienes tampoco encontraron diferencias significativas en frutos provenientes de plantas inoculadas con *Pseudomonas* BA–8, *Bacillus* OSU–142 y *Bacillus* M–3. Es importante observar la respuesta inversa que se presento entre los solidos solubles totales (SST) y la firmeza.

Cuadro 3. Rendimiento, Numero de frutos por planta, Kg por planta, Diámetro Polar, Diámetro Ecuatorial, solidos solubles y firmeza en frutos de tomate por efecto de estiércol solarizado y *Azospirillum Brasilense.*

Factor	Rendimiento	Núm. F/Planta	Rendimiento P /Planta	Diámetro Polar	Diámetro Ecuatorial	SS	Firmeza
	Kg m²	*num.*	*Kg*	*mm*	*mm*	° Brix	*N*
A			*Estiércol solarizado + testigo*				
0	9.91 b	28.16 d	1.98 b	72.95 c	50.51 ba	5 .0 d	11.29 b
40	12.17 a	39.66 a	2.43 a	83.99 a	59.08 a	5.0 d	10.12 e
80	12.50 a	31.66 c	2.50 a	78.79 b	52.43 ba	5.0 d	12.43 a
120	9.04 c	20.50 e	1.80 c	75.10 c	46.27 b	7.0 b	10.32 d
160	8.39 c	17.16 f	1.67 d	70.50 d	51.88 ba	8.0 a	8.80 f
FQ	12.30 a	34.16 b	2.46 a	83.15 a	51.65 ba	6.5 c	10.70 c
B			*Azospirillum Brasilense*				
CI	11.42 a	30.11 a	2.28 a	78.17 a	55.04 a	6.33 a	10.97 a
SI	10.02 b	27.00 b	2.00 b	76.65 b	48.90 b	6.00 b	10.25 b

Las medias con letras iguales en una columna para cada factor no son estadísticamente diferentes (Tukey, p≤ 0.01); CI = con inoculación; SI = Sin inoculación.

Respecto al a variable de licopeno, la Figura 2 muestra que los tratamientos de estiércol solarizado más bacteria Azospirillum brasilense incrementan su contenido en comparación con los tratamientos donde no se llevó a cabo inoculación arrojando una mayor interacción con el tratamiento de 40 toneladas de estiércol solarizado con inoculo. Salas-Pérez *et al*. (2017), Mencionan que el contenido de licopeno en frutos de tomate se incrementa al incorporar material orgánico sin afectar el rendimiento. Ordookhani *et al*. (2010), Indica que el uso de RPCV puede aumentar el contenido de licopeno.

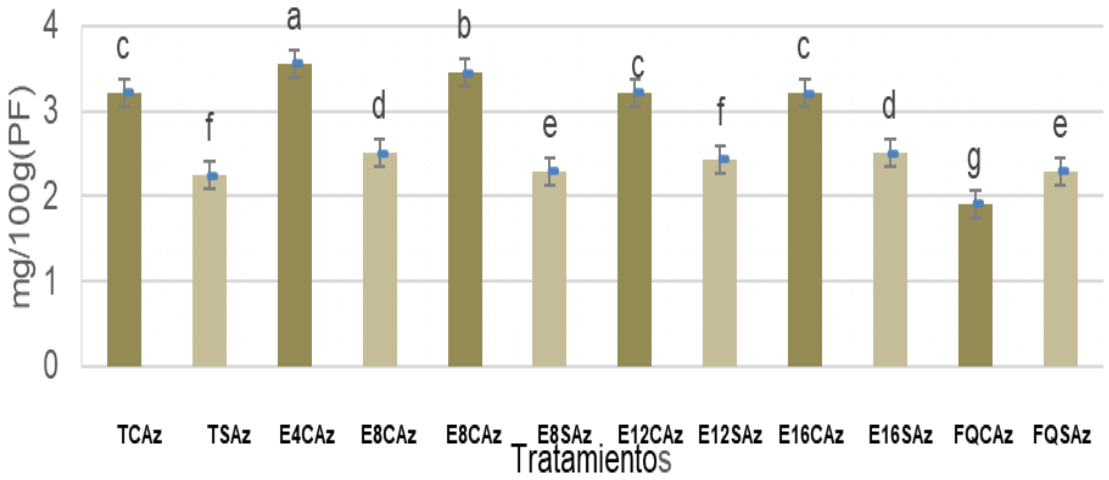


Figura 2. Efecto de la aplicación de dosis de estiércol solarizado con y sin inoculación con *Azospirillum brasilence*, en la concentración de licopeno en frutos de tomate tipo saladette. Los valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey; $P \leq 0.01$).

CONCLUSIONES

La respuesta obtenida en los T3 y T5 (E4Caz y E8Caz**)** nos lleva a la conclusión de que la bio-inoculación con Azospirillum brasiliense y la utilización de estiércol solarizado puede ser una alternativa para la sustitución de la fertilización química en el cultivo de tomate bajo condiciones de malla sombrara debido a que con estos tratamiento se incrementa la concentración de licopeno además de un efecto positivo sobre el rendimiento, diámetro polar y ecuatorial de los frutos de tomate. Respecto al contenido de solidos solubles, y firmeza a medida que se incrementan los sólidos solubles la firmeza disminuye.

REFERENCIAS

Cuartero, J., & Fernández-Muñoz, R. (1988). Tomato and salinity. *Sci. Hortic., 78*, 83-125.

Doan, T. T., Henry-des-Tureaux, T., Rumpel, C., Janeau, J. L., & Jouquet, P. (2015). Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam. *Soil & Tillage Research., 154*, 136-144. doi: doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.02.005.

Esitken, A., Pirlak, L., Turan, M., & Sahin, F. (2006). Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. *Scientia Horticulturae., 110*(4), 324-327.

Esitken, A., Yildiz, H. E., Ercisli, S., Figen Donmez, M., Turan, M., & Gunes, A. (2010). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown trawberry. . *Scientia Horticulturae. 124(1): 62-66., 124 (1)*, 62-66.

Espinosa-Palomeque, B., Moreno-Reséndez, A., Cano-Ríos, P., Álvarez-Reyna, V. d. P., Sáenz-Mata, J., Sánchez-Galván, H., & González-Rodríguez, G. (2017). Inoculación de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en tomate (Solanum lycopersicum L.) cv. afrodita en invernadero. *Terra Latinoamericana, 35*(2), 169-178.

Fish, W.W., P. Perkins-Veazie and J.K. Collins 2002. A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. J. Food Comp. Anal. 15:309-317.

FRENCH, E.; TEDDY, R.; HERBERT, T. 1980. Métodos de investigación fitopatológica y aislamiento de fitopatógenos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (Costa Rica).

González-Betancourt, M.L., Gallegos-Robles, M.A., Sánchez-Chávez, E.,Orona-Castillo, I., Espinosa-Palomeque, B., López-Martínez, J. D. (2020). Estiércol bovino solarizado en la producción de tomate bajo condiciones de malla sombra. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas,11(2)

Kumar, N., Singh, H. K., & Mishra, P. K. (2015). Impact of organic manures and biofertilizers on growth and quality parameters of Strawberry cv. Chandler. *Indian Journal, 8*, 1-6. doi: doi:10.17485/ijst/2015/v8i15/51107

Kirschbaum, D. S., Famaillá., I.-F. C., & Tucumán. E. (2017). Efecto de Azospirillum sobre la productividad del cultivo de la frutilla (Fragaria x Ananassa Duch.),. *Stegmayer A.*

Martínez-Damián M. T., Cano-Hernández, R., Moreno-Pérez, E. C., Sánchez-del Castillo, F., &, Cruz-Álvarez, O., (2019). Effect of preharvest growth bioregulators on physicochemical quality of saladette tomato. Revista Chapingo Serie Horticultura, 25(1), 29-43. doi: 10.5154/r.rchsh.2018.06.013

Pulleman, M., Jongmans, A., Marinissen, J., Bouma, J., 2003. Effects of organic versus conventional arable farming on soil structure and organic matter dynamics in a marine loam in the Netherlands. Soil Use Manag. 19, 157–165.

Perkins-Veazie, P., J.K. Collins, S.D. Pair and W. Roberts. 2001. Lycopene content differs among red-fleshed watermelon cultivars. J. Sci. Food Agric. 81(10):983-987.

Fortis-Hernández, M., Estrada-Arellano, J. R., Esparza-Rivera, J. R., & Preciado-Rangel, P. (2017). Rendimiento y calidad nutracéutica de tomate en sustratos orgánicos. *Esosist. Recur. Agropec., 4*(10), 169-175. doi: 10.19136

Salas, P., García, H., Márquez, H., Fortis, H., Josué, E., A., Esparza, R., & Preciado, R. (2016). Rendimiento y calidad nutracéutica de tomate en sustratos orgánicos. *Esosist. Recur. Agropec., 4(10)*, 169-175.

Salas-Pérez, L., García-Hernández, J. L., Márquez-Hernández, C., Fortis-Hernández, M., Estrada-Arellano, J. R., Esparza-Rivera, J. R., & Preciado-Rangel, P. (2017). Rendimiento y calidad nutracéutica de tomate en sustratos orgánicos. *Esosist. Recur. Agropec., 4*(10), 169-175. doi: 10.19136.

Valadez, S. Y. M.; Olivares, S. E.; Vázquez, A. R. E.; Esparza-Rivera, J. R.; Preciado-Rangel, P.; Valdez-Cepda, R. D. y García-Hernandez, J. L. 2016. Calidad y concentración de capsaicinoides en genotipos de chile Serrano (*Capsicum annuum* L.) producidos bajo fertilizacion orgánica. Phyton. Rev. Inter. Bot. Exp. 85(1):21-26.

Villarreal-Delgado, M. F., Villa-Rodríguez, E. D., Cira-Chávez, L. A., Estrada-Alvarado, M. I., Parra-Cota, F. I., & De los Santos- Villalobos, S. (2018). El género Bacillus como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. . *Revista Mexicana de Fitopatología, 36 (1)*, 95-130.

Yuriko-Pilar, C. K., Alayón-Gamboa, J. A., & Morón-Ríos, A. (2017). Efecto de la fertilización orgánica y de síntesis química en tomate verde (Physalis ixocarpa Brot. Ex Horn) en Calakmul, Campeche (México). *Investigación y difusión científica agropecuaria., 21*(2), 41-53.

BIODISPONIBILIDAD DEL PLOMO PARA LA ALFALFA (*Medicago sativa*) EN SUELO ABONADO CON ESTIÉRCOL

LEAD UPTAKE IN ALFALFA (*Medicago sativa*) IN SOIL FERTILIZED WITH MANURE

Puente-Valenzuela, Cristo Omar [1,2]; Gonzalez-Barrios, José Luis[2]; Cisneros-Valdez, Ma. Edubiges[1]; Urrieta-Velazquez, José Alberto[2]; Martínez-Méndez, Osvaldo Donovan[1]

[1]Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Av. Universidad s/n. Fracc. Filadelfia, C.P. 35010 Gómez Palacio, Dgo., México. [2]INIFAP CENID RASPA, Canal del Sacramento Km 6.4 Zona Industrial Cuarta Etapa Gómez Palacio Dgo. CP: 35140. Correo electrónico: puente.cristo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El abonado con estiércol es una forma importante de reciclar elementos orgánicos residuales provenientes de la agricultura y la ganadería. El abonado con enmiendas orgánicas (compostas) tiene las funciones de: mejorar la estructura física del suelo, aumenta la retención de humedad, disminuye la erosión, favorece la disponibilidad de macro y micronutrientes. Entre los factores que favorecen la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes del suelo son: pH, potencial redox, textura, conductividad eléctrica y materia orgánica. El objetivo del estudio fue determinar el efecto del abonado con estiércol en la disponibilidad de plomo en *Medicago sativa*, se trabajó con los siguientes tratamientos: Suelo testigo (sin plomo y sin estiércol, S), suelo abonado con un 10 por ciento de gallinaza, estiércol de vaca y porcinaza (SG, SE y SP respectivamente) y suelo abonado más dosis de plomo, D1 y D2 equivalen a 0.63 y 10 mg de Pb/L, adicionados a través del riego, durante dos meses. Los tratamientos con cambios significativos fueron: SG, SGD1 donde la disponibilidad del plomo descendido en un 42.0 y 17.6 por ciento con respecto al testigo experimental. Los tratamientos SED1, SPD1 mostraron una tendencia de duplicar la acumulación de plomo con respecto al testigo experimental, finalmente los tratamientos SGD2, SED2 y SPD2 mostraron diminuciones de disponibilidad de 21.08, 25.89 y 7.3 por ciento con respecto al su testigo experimental. La biodisponibilidad del plomo es disminuida por el agregado de abonos, resultando la pollinaza más efectiva a concentraciones bajas de plomo.

ABSTRACT

Composting with manure is an important way to recycle residual organic elements from agriculture and livestock. The fertilizer with organic amendments (compost) has the functions of: improving the physical structure of the soil, increasing moisture retention, reducing erosion, favoring the availability of macro and micronutrients. Among the factors that favor the solubility and availability of soil nutrients are: pH, redox potential, texture, electrical conductivity and organic matter. The objective of the study was to determine the effect of the manure fertilizer on the availability of lead in *Medicago sativa*, we worked with the following treatments: Control soil (Lead free and without manure, S), soil fertilized with 10 percent of chicken, cow and pig manure (SG, SE and SP respectively) and fertilized soil plus doses of Lead, D1 and D2 are equivalent to 0.63 and 10 mg of Pb / L, added through irrigation, for two months. The treatments with significant changes were: SG, SGD1 where the Lead availability decreases of 42.0 and 17.6 percent with respect to the experimental control. The SED1, SPD1 treatments showed a tendency to double the Lead accumulation with respect to the experimental control, finally the SGD2, SED2 and SPD2 treatments showed availability decreases of 21.08, 25.89 and 7.3 percent with respect to their experimental control. The bioavailability of lead is decreased by the addition of fertilizers, making the most effective chicken manure at low concentrations of lead.

INTRODUCCIÓN

El incremento de la población ha provocado el uso intensivo del suelo para la producción de alimentos, con ello, también la aplicación de fertilizantes, pesticidas y enmiendas orgánicas con el objeto de mejorar la condición nutrimental del suelo (Bradl, 2005). Además, el uso de aguas de mala calidad, sumado a la actividad industrial, ha provocado un aumento en la concentración de metales pesados del suelo (Kabata-Pendias y Mukherjee, 2007). Los metales se transfieren del suelo a las plantas dependiendo de la especie química, pH del suelo, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, contenido de arcilla, carbonatos y potencial redox. Entre estos metales se encuentran el plomo, arsénico, mercurio, cadmio, cromo, níquel, y zinc (Kabala y Singh, 2001; Mico *et al.,* 2006).

La movilidad relativa de los elementos traza en suelos es de suma importancia en cuanto a su disponibilidad y su potencial para lixiviarse de los perfiles del suelo hacia las aguas subterráneas y difiere de si su origen es natural o antrópico y dentro de este último, al tipo de fuente antrópica (Burt et al., 2003). Los factores que afectan la concentración de los metales en la solución suelo afectan su disponibilidad, por lo tanto, esta depende de la

naturaleza del metal, de la interacción con los coloides del suelo, de las propiedades del suelo y del tiempo de contacto del suelo con el metal. Los principales factores que controlan la solubilidad y potencial disponibilidad de los metales en el suelo son pH, potencial redox, textura, contenido y tipo de arcilla, materia orgánica, óxidos de Fe, Mn y Al, y la presencia de cationes y aniones en solución (Rieuwerts et al., 1998; Reichman, 2002; Silveira et al., 2003; Basta, 2004).

La aplicación de materia orgánica ejercerá distintas reacciones en el suelo, entre ellas, elevar la capacidad tampón de los suelos. Hacer una acción quelante contribuye a disminuir riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn) para la planta (Landeros, 1993; Bollo, 1999; Tradecorp, 2001La principal composición mineral de los diferentes estiércoles son de nitrógeno, fosforo y potasio son: 1.42, 1.17 y 3.4 para estiércol bovino; 3.4, 2.4 y 2.1 para gallinaza y 8.02, 2.59 y 4.29 para la porcinaza respectivamente (Castellanos 2000).

Estudios realizados con alfalfa (*Medicago sativa*) han determinado que puede ser utilizada como un producto natural para la adsorción de iones de metales pesados (GardeaTorresdey et al., 1996). Coyago-Bonilla (2016) demostró que la alfalfa expuesta a diferentes concentraciones de contaminación por plomo, presentó un proceso de absorción paulatino llegando a los 60 días a valores de 1201 mg/Kg de materia húmeda en plantas germinadas en tierra mezcla. Además, señaló que no disminuyó su crecimiento con respecto al testigo siendo sometida a riegos de 600 ppm durante el tiempo de estudio (90 días). esto sugiere que pueden tratarse de especies hiperacumuladoras y potencialmente peligrosas para la seguridad alimentaria. El objetivo del presente trabajo será determinar el efecto del abonado con estiércol en la disponibilidad de plomo en *Medicago sativa*

MATERIALES Y METODOS

El experimento se desarrolló en el invernadero de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango, así mismo la serie de determinaciones espectrometrías se realizaron en el laboratorio de química ambiental de la mencionada facultad. Para el desarrollo del experimento se realizaron macetas de 3.5 kilogramos adicionadas con un diez por ciento de sustrato orgánico; obteniendo cuatro tratamientos: suelo testigo (S), suelo adicionado con gallinaza (SG), suelo adicionado con estiércol de vaca (SE) y suelo adicionado con porcinaza (SP), todos ellos con tres dosis de exposición a plomo, testigo 0 mg de plomo/L, D1 0.63 mg de Plomo/litro y D2 10 mg de plomo/Litro, donde la D1 apenas sobrepasa la concentración permisible de plomo soluble establecida

por la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 que establece los limites objetivo para remediación de suelos contaminados según su uso (NOM, 2004). Haciendo un total de 36 macetas, con un arreglo de parcelas divididas donde el factor mayor es considerado el tipo de abono y el factor menor las dosis de plomo aplicadas.

El cultivo se realizó con el sembrado de 5 semillas por unidad experimental, este fue regado con agua contaminada con plomo en las dosis anteriormente mencionadas, el cultivo se desarrolló solo hasta obtener una cantidad de biomasa superior a los cincuenta gramos de biomasa seca. Se realizó el corte de plantas, estas fueron lavadas por tres tiempos con agua del grifo para quitar excesos de material particulado depositado, posterior a esto se lavaron por dos tiempos con agua destilada, se colocaron en bolsas de papel y se llevaron a peso constante a 65 grados centígrados; posterior a esto fueron molidas (tallo y hoja juntos) en molino Wiley y sometidas a tamiz de 100 mallas, el producto de esto se conservó en bolsa plástica hasta su análisis.

Para el análisis espectrofotométrico de la cuantificación del plomo en biomasa, se realizó una digestión acida húmeda de nítrico – peróxido. Se pesaron 0.020 – 0.030 gramos de biomasa, digeridas en sistema hermético con 0.4 mililitros de ácido nítrico, incubación por 24 horas a 80 grados centígrados, posterior a esto se colocaron 0.2 mililitros de peróxido de hidrogeno y 1.4 mililitros agua destilada, con una segunda incubación por otras 24 horas, una vez terminada la digestión las muestras se centrifugaron a 10,000 rpm por 10 minutos, el sobrenadante se recuperó y se almaceno a cuatro grados centígrados hasta su análisis. Para el análisis de digeridos se tomaron 0.1 mL y se disolvieron en 0.9 mL de modificador de matriz a base de fosfato de amonio y analizadas en el espectrómetro de absorción atómica con la técnica de horno de grafito de acuerdo a la metodología EPA 239.2 (EPA, 2006).

Finalmente para el análisis de suelo se aplicaron las metodologías listadas en la norma oficial mexicana 021 de fertilidad y clasificación de suelos, determinando las variables de pH, materia orgánica, textura y conductividad eléctrica remediación de suelos (NOM, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El suelo empleado para el desarrollo del experimento presentó una textura arcillosa con valores porcentuales de 31, 12 y 57 respectivamente para arena, limo y arcilla, con un pH de 8.20 $\pm$ 0.1 y una conductividad eléctrica de 1.53 $\pm$ 0.47 dS/m. Clasificado como medianamente salino y con muy ligera salinidad, y un contenido de materia orgánica de 1.70%, clasificado como contenido medio. (Castellanos, 2000). En todos los casos se

realizó un test de ANOVA con comparación de medias usando Fisher´s LSD sin corrección asumiendo una varianza general. En la Figura 1, se muestra la comparación estadística de las medias con su error estándar indicado por las barras de error de los tratamientos con dosis de plomo como variable independiente contra acumulación de plomo en tejido vegetal como variable dependiente. En el panel A, se muestran las medias de los tratamientos de suelo sin adición de materia orgánica ($\bar{x} \pm s$) en unidades de miligramos de plomo por cada kilogramo de planta: 15.39 *± 3.76, 19.97 ± 11.27, 55.32 ± 14.71,* para S, SD1 y D2 respectivamente. En el panel B se muestran los tratamientos con gallinaza: *8.87 ± 4.78, 16.46 ± 12.12, 43.65 ± 17.19,* para SG, SGD1 y SGD2 respectivamente. En el panel C, se muestran las medidas de los tratamientos con estiércol de vaca: 24.75 *± 5.38, 39.13 ± 5.58, 40.99 ± 8.15* para SE, SED1, SED2 respectivamente. En el panel D, se muestran las medias de los tratamientos con porcinaza: *27.40 ± 1.27, 50.23 ± 28.41, 51.27 ± 23.90* para SP, SPD1 y SPD2 respectivamente.

En todos los casos mostrados, en la Figura 1, se muestra un efecto de dosis respuesta, es decir, la acumulación del plomo está en función a la concentración de este en el riego y/o suelo, tal como lo menciona Sumiahadi (2018) en su revisión. Zhang (2018), en su trabajo menciona que la alfalfa tiene una fuerte adaptabilidad, desarrollo de gran cantidad de biomasa, un fuerte sistema radicular, lo cual la hace una herbácea de primera elección para restauraciones ecológicas, hechos que pueden apreciarse al someter a esta planta a concentración de 10 mg/L, sin afectar su desarrollo y fenología. (Sumiahadi & Acar, 2018) (Zhang, y otros, 2018).

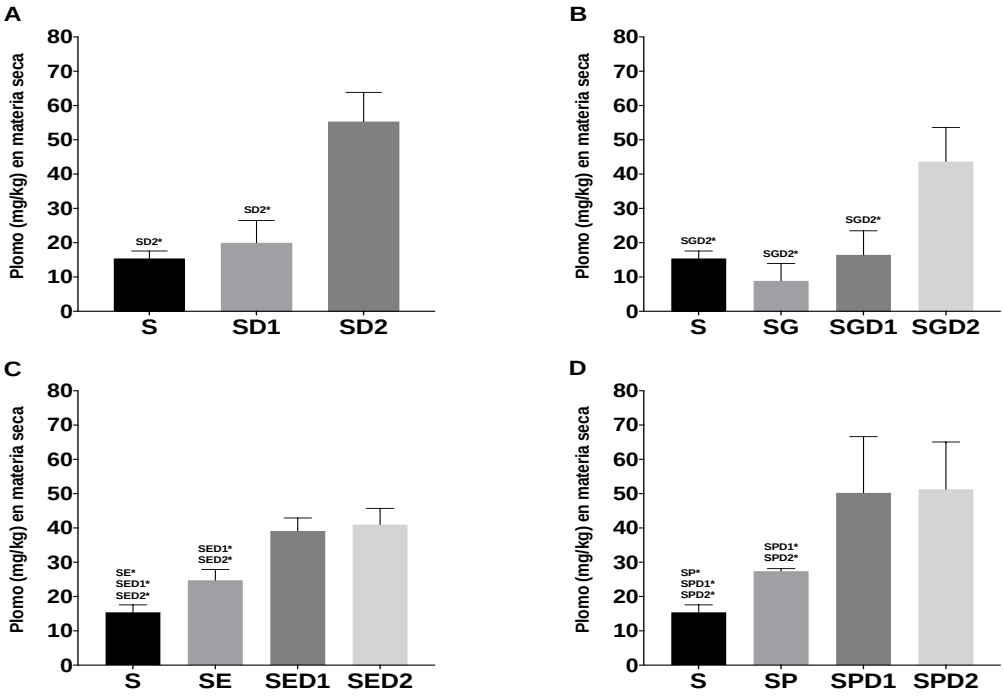


Figura 1. Acumulación de plomo en tejido vegetal en tratamientos con diferente abono orgánico.

En la Figura 1 se muestra la media de la concentración de plomo con *n*=3. barras de error ($\bar{x} \pm s$). S: representa suelo testigo (*15.39 ± 3.76* mg de plomo/kg de planta, para todos los casos):, SG: tratamiento con gallinaza, SE: tratamientos con estiércol de vaca, SP: tratamientos con porcinaza. D1: representan tratamientos con 0.6 mg/L de plomo, D2: tratamientos con 10 mg/L.

En la Figura 2 se muestra la acumulación de plomo en tejido vegetal organizada por dosis de exposición; en el panel A se tienen: *15.39 ±3.76, 8.88 ±4.79, 24.76 ±5.38 y 27.4 ±1.30;* en panel B se tienen los porcentuales de absorción con respecto al testigo experimental considerando su absorción como un 100 por ciento y por ente como cero: 0 *±24, -42.00 ± 54.0, 60.88 ±22.0, 78.04 ±5.0* , en ambos casos respectivamente para S, SG, SE y SP. En el panel C se tienen: 19.97 *±11.27, 16.46 ±12.12, 39.13 ±6.58 y 50.22 ±28.41;* en el panel D se tienen los porcentajes de absorción con respecto al testigo experimental: *0.00 ±56.0, -17.58 ± 74.0, 95.94 ± 17.0 y 151.53 ± 57.0*, en ambos casos respectivamente para SD1, SGD1, SED1, y. SPD1. En el panel E se tienen: *55.31 ±14.71, 43.65 ±17.19, 40.99 ±8.15 y 51.27 ±23.9;* en el panel F se tienen los porcentuales de absorción con respecto al testigo

experimental: *0.00 ± 27.0, - 21.08 ± 39.0, -25.89 ± 20.0 y -7.3 ± 47.0* respectivamente para SD2, SGD2, SED2 y SPD2.

Elouear *et al*., (2016), encontraron resultados similares al someter a la alfalfa a concentraciones de 970 mg de plomo/kg de suelo, cuando adicionaron abono a base de estiércol de cordero, su absorción disminuyó hasta un noventa por ciento, también encontraron un cambio en la solubilidad de este metal frente al extractante DTPA, disminuyendo al menos un cincuenta por ciento contrastado contra el suelo testigo. (Elouear, Bouhamed, Boujelben, & Bouzid, 2016). Ibrahim *et al*., (2016), encontraron un efecto similar con una disminución de la concentración de plomo en hojas de alfalfa entre un 39%–74% contrastado contra el tratamiento control, efecto consistente con otros metales como el cadmio, cromo, níquel y arsénico (Ibrahim, Khan, Hao, & Li, 2016). Marchand *et al*; 2016, encontraron efectos similares en alfalfa propuesta como fitoremediador, donde se observa un efecto en el factor de translocación del plomo, el cual se ve disminuido al contratarse con el tratamiento control (Marchand et al; 2016).

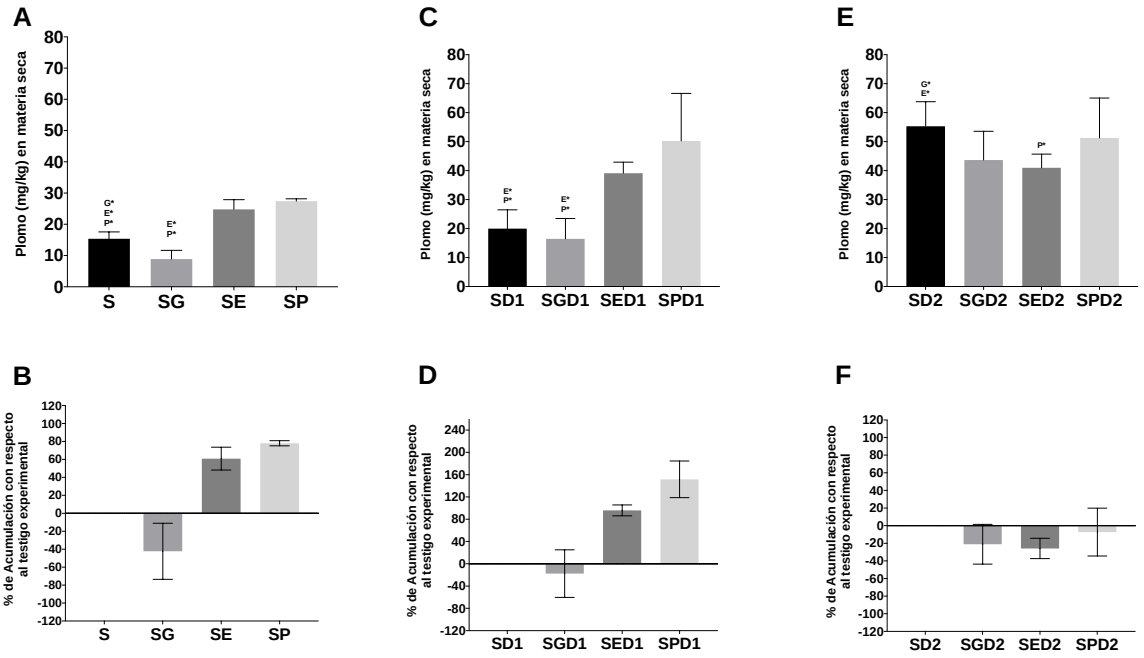


Figura 2. Contraste de la acumulación de plomo en tejido vegetal.

Se muestra la media con *n*=3, barras de error estándar $(\bar{x} \pm s)$, esto para panel A, C y E, en los paneles B, D y F se representa el valor porcentual con respecto al testigo experimental considerado como un cien por ciento. S: representa suelo testigo SG: tratamiento con gallinaza, SE: tratamientos con estiércol de vaca, SP: tratamientos con porcinaza. D1: representan tratamientos con 0.6 mg/L de plomo, D2: tratamientos con 10 mg/L.

El estudio muestra que la gallinaza presenta mayor retención de plomo a nivel de sustrato, esto puede apreciarse en la Figura 1 panel B, donde no se aprecia una respuesta a la dosis, de manera que la gallinaza evita la translocación del plomo a la parte superior de la alfalfa, esta tendencia puede reiterarse cuando se observa la Figura 2 panel B, D y F donde en todos los casos se tuvo una baja en la acumulación del percentil de plomo cuando se compara con el testigo experimental respectivo. Chen *et al*; 2019, comenta que el carbón derivado del estiércol de gallina, es rico en grupos funcionales como carboxilos, fenólicos, aminos y amidas que generan atracciones de carácter electrostático capaces de retener a los metales a nivel sustrato, lo cual es dependiente de la materia orgánica disuelta (Chen, y otros, 2019). He *et al*; 2018, menciona que el pH y la fuerza iónica presentes en el suelo son factores que afectan la adsorción de los metales y en sus resultados se muestra que mecanismos de intercambio iónico con sodio, calcio y aluminio hacen precipitados de carbonatos de cadmio e hidróxido de plomo, además, la aplicación de sustancia húmica puede ser una alternativa para la remoción de metales pesados (He, y otros, 2018).

CONCLUSIONES

El aporte de materia orgánica al suelo brinda la propiedad de quelatado del plomo a nivel sustrato, siendo la gallinaza el abono que presento mayor capacidad en el cambio de la biodisponibilidad del plomo. Con base en los datos reportados se establece un precedente para el estudio de las interacciones de materia orgánica, metal pesado, suelo – cultivo, pudiendo aprovechar los recursos derivados de otras actividades como biosólidos, aguas tratadas, compostas, todos con bajos contenidos en metales pesados.

REFERENCIAS

Basta, N.T. and Tabatabai, M.A. 1998. Effect of cropping systems on adsorption of metals by soils: II. Effect of pH. Soil Science, 153: 195–204.

Bollo, E. 1999. Nueva Agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Ediciones Mundi-Prensa Barcelona, España 150p.

Bradl, H.B. (2005) Heavy Metals in the Environment: Origin, Interaction and Remediation. Elsevier Academic Press, Amsterdam/Boston.

Burt, R., Wilson, M.A., Keck, T.J., Dougherty, B.D., Strom, D.E. and Lindahl, J.A. 2003. Trace Element Speciation in Selected Smelter-Contaminated Soils in Anaconda and Deer Lodge Valley, Montana, USA. Advances in Environmental Research, 8: 51- 67.

Castellanos, J. 2000. Manual de interpretación de analisis de suelos y aguas, 2da edición. Intagri.

Coyago, E. y S. Bonilla. 2016. Absorción de plomo de suelos altamente contaminados en especies vegetativas usadas para consumo animal y humano. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. Vol. 23(1): 35–46. ISSN: 1390-3799.

Chen, H., Li, W., Wang, J., Xu, H., Liu, Y., Zhang, Z., . . . Zhang, Y. (2019). Adsorption of cadmium and lead ions by phosphoric acid-modified biochar generated from chicken feather: Selective adsorption and influence of dissolved organic matter. Bioresource Technology, 292, 121948.

Elouear, Z., Bouhamed, F., Boujelben, N., & Bouzid, J. (2016). Application of sheep manure and potassium fertilizer to contaminated soil and its effect on zinc, cadmium and lead accumulation by alfalfa plants. Sustainable Environment Research, 1 - 5.

EPA, 2. (2006). National Environmental Methods Index. Obtenido de nemi: https://www.nemi.gov/home/

He, S., Li, Y., Weng, L., Wang, J., He, J., Liu, Y., . . . Zhang, Z. (2018). Competitive adsorption of Cd2+, Pb2+ and Ni2+ onto Fe3+-modified argillaceous limestone: Influence of pH, ionic strength and natural organic matters. Science of The Total Environment, 637 - 638, 69 - 78.

Gardea-Torresdey, J.L., I. Cano-Aguilera, R. Web, K.J. Tiemann, and F. Gutierrez-Corona, 1996, Copper Adsorption by Inactivated Cells of Mucor rouxii: Effect of Esterification of Carboxyl Groups, J. of Haz. Mat., 48, pp.171-180.

Ibrahim, M., Khan, S., Hao, X., & Li, G. (2016). Biochar effects on metal bioaccumulation and arsenic speciation in alfalfa (Medicago sativa L.) grown in contaminated soil. Int. J. Environ. Sci. Technol, 1081 - 1085.

Kabata-Pendias A.; Mukherjee, A. B. 2007. Trace elements from soil to human. SpringerBerlin. 561 p.

Kabala, C.; Singh, B. R. 2001. Fractionation and mobility of copper, lead and zinc in soil profiles in the vicinity of a copper smelter. J. Environ. Qual. 30: 485–492.

Landeros, F 1993. Monografia de los acidos humicos y fluvicos. Tesis, área de hortalizas y flores, facultad de agronomía, Universidad Catolica de Valparaiso, Quillota, Chile. 145p.

Marchand, C., Hogland, W., Kaczala, F., Jani, Y., Marchand, L., Augustsson, A., & Hijri, M. (2016). Effect of Medicago sativa L. and compost on organic and inorganic pollutant removal from a mixed contaminated soil and risk assessment using ecotoxicological tests. International Journal of Phytoremediation.

NOM, 1. (2004). NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio. Mexico.

Sumiahadi, A., & Acar, R. (2018). A review of phytoremediation technology: heavy metals uptake by plants. Earth and Environmental Science, 142(012023), 1 - 9.

Riechaman M.S. 2002. The responses of plants to metals toxicity: A review focusing on copper, manganese and cinc. Australian Minerals and Energy Environment Foundation 54p.

Rieuwerts J.S., Thonton I., Farago M.E and Ashmore M.R. 1998. Factors influencing metals bioavailability in soils: preliminary investigations for the development of a critical loads approach for metals. Chemical Speciation and Bioavailability, 10(2): 61-75.

Silviera M.L.A., L.R.F. AlleonI, and L.R.G. Guilherme. 2003 Biosolids and heavy metals in soils. Scientia Agricola 60 (4): 793-806.

Trade corp. 2001. Informe Técnico Humistar. España Volke-Sepulveda, T., J.A. Velasco Trejo. 2002. Tecnologías de la remediación para suelos contaminados. Editorial INE-SEMARNAT. Pp. 37-38.

Zhang, C., Chen, Y., Xu, W., Chi, S., Li, T., Li, Y., . . . Feng, D. (2018). Resistance of alfalfa and Indian mustard to Cd and the correlation of plant Cd uptake and soil Cd form . Environmental Science and Pollution Research (26), 13804–13811.

BIOFERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO CALABACITA (*Cucurbita pepo* L.) EN LA COMARCA LAGUNERA

BIOFERTILIZATION IN ZUCCHINI (C*ucurbita pepo* L.) IN THE LAGUNERA REGION

Martínez-Cueto, Victor[1*], Antonio Gallegos Islas[1], Francisca Sánchez Bernal[1], Genoveva Hernández Zamudio[1], Juan Manuel Santos Nava[1].

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez s/n. Colonia Valle Verde. CP. 27054.Torreón, Coahuila de Zaragoza, México.

Autor para correspondencia: vimarc59@yahoo.com.mx

RESUMEN

En la actualidad y debido a los problemas medioambientales que agricultura generara, se pretende reducir o eliminar el uso de agroquímicos. Por ello, se privilegia técnicas sustentables como lo es la fertilización biológica. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la biofertilización con *Azospirillum* sp, en el cultivo de la calabacita. Con la biofertilización con *Azospirillum* sp, se obtienen rendimientos similares que los obtenidos con la fertilización tradicional. El uso de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal representan alternativa sustentable para el cultivo de calabacita desarrollada en condiciones de campo.

ABSTRACT

Currently and due to the environmental problems that agriculture generates, it is intended to reduce or eliminate the use of agrochemicals. For this reason, sustainable techniques such as biological fertilization are favored. The objective of the study was to evaluate the effect of biofertilization with Azospirillum sp, in the cultivation of squash. With biofertilization with Azospirillum sp, similar yields are obtained as those obtained with traditional fertilization. The use of bacterial plant growth-promoting rhizobacteria represent a sustainable alternative for growing squash grown under field conditions.

INTRODUCCIÓN

El uso excesivo de los fertilizantes para obtener altos rendimientos, trae consigo problemas como lo es la degradación y la perdida de la biodiversidad microbiológica del suelo. Bajo estas circunstancias es impostergable el cuidado del medio ambiente y mantener la productividad de los cultivos, una opción sustentable para el logro de este fin es la aplicación

de bioinoculantes a base de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) (Kloepper y Schroth, 1978) los cuales son económicos, no contamina al ambiente, contribuyen a la conservación de la fertilidad y biodiversidad del suelo, además, pueden suministrarse con dosis reducidas de fertilizantes (Chiquito-Contreras *et al.*, 2017). Por otro lado, los frutos de calabacita se consumen tiernos y las flores se utilizan como verdura (Pérez, 2016); Además la calabacita es rica en vitaminas (A, B_2, C y E), β-caroteno, flavonoides, aminoácidos y minerales, principalmente potasio (Aliu *et al*., 2012). Con base en lo anteriormente señalado, el objetivo del presente estudio fue evaluar la inoculación con la bacteria *Azospirillum* sp., en el cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.**).**

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Ubicada en Torreón, Coahuila, México (103º 25' 57" de LO y 25º 31' 11" LN, con una altitud de 1,123 msnm).

Manejo del cultivo

En camas meloneras, fueron trasplantadas plántulas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) cv "Rocio" previamente inoculadas con *Azosospirillum* sp con las siguientes concentraciones: (sin inocular, 10^3, 10^6 y 10^9 UFC mL^{-1}), se realizó una segunda inoculación durante la emisión de las flores masculinas, la distancia entre matas fue de 0.5 m y entre surcos de 1 m. Se empleó un sistema de riego por goteo y la frecuencia e intensidad fue de acuerdo con las necesidades hídricas del cultivo. El control de malezas se hizo de forma manual.

Tratamientos y diseño experimental

Los cuatro tratamientos fueron distribuidos en un diseño bloques completos al azar con cuatro repeticiones al azar.

Variables de respuesta

La primera cosecha se realizó a los 34 días después del trasplante, se realizaron 28 cortes en total durante todo el periodo de cosecha, los cortes se realizaron día con día, para la cosecha se tomó frutos de un rango de 8 a 12 cm de largo (León Jorge, 1988). Mediante la suma de los cortes se determinó el número de frutos por planta, peso promedio de frutos, longitud y diámetro promedio de frutos. El rendimiento de fruto fresco en ton ha^{-1} se calculó considerando la densidad de población.

Análisis estadístico

Los datos de las variables se sometieron a un análisis de varianza y prueba de comparación de medias entre tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$), ambos con el paquete Statistical Analysis System (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La biofertilización con *Azosospirillum* sp, no afecto los frutos por planta El mayor número de frutos y tamaño de frutos lo obtuvo el testigo, y el menor lo obtuvo el T4 (10^9 UFC mL^{-1}), similares resultados fueron obtenidos por González *et al.,* (2013), al no encontrar diferencias en los frutos por planta en fresas con inoculación con *A. brasilenses,* respecto a las plantas no inoculadas. Para el peso de frutos la biofertilizacion con *Azospirillum* sp afecto significativamente esta variable, nuevamente el tratamiento testigo logro el mayor peso de frutos, mientras que el menor peso promedio de frutos fue para el tratamiento 4 (dosis baja de inoculante).

Aguilar (2010), en plantas de melón inoculadas con Azospirillum *sp*,,encontraron un mayor tamaño de frutos en el cual las plantas fueron inoculadas con respecto a las no inoculadas las cuales solo recibieron una fertilización convencional.

Cuadro 1. Efecto de la inoculación con *Azospirillum* sp, sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de calabacita.

Tratamientos	Frutos $planta^{-1}$	Diametro Ecuatorial (mm)	Diametro Polar (cm)	Peso de frutos (g)
1 (sin inocular)	13.00	55.31	11.13	112.68a*
2 (alta)	12.83	52.42	10.87	102.27ab
3 (media)	12.41	53.73	10.99	106.62ab
4 (baja)	11.58	51.36	10.58	96.28b

*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$,).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten concluir que la biofertilización con *Azospirillum* sp, es una alternativa sustentable para el cultivo de calabacita desarrollada en condiciones de campo ya que se obtienen una calidad y rendimiento similar al tratamiento testigo.

REFERENCIAS

Aguilar, G. 2010. Efecto de *Azospirillum* sp. Utilizado como biofertilizante en el cultivo de melón (Cucumis melo L.). Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Torreón Coahuila México.

Aliu, S.; Rusinovci, I.; Fetahu, S. and Zogaj, R. 2012. Nutritive and mineral composition in a collection of Cucurbita pepo L. grown in Kosova. Food Nutr. Sci. 3(5):634-638.

Chiquito-Contreras, R.G., Murillo-Amador, B., Chiquito- Contreras, C.J., Márquez-Martínez, J.C., Córdoba-Matson, M.V. y Hernández-Montiel, L.G. 2017. Effect of *Pseudomonas putida* and inorganic fertilizer on growth and productivity of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) in greenhouse. Journal of Plant Nutrition. 40(18): 2595-2601.

Kloepper, J.W. y Schroth, M.N. 1978. Plant growth promoting rhizobacteria on radishes. En: Procceding of the 4th international conference on plant pathogenic bacteria (Vol. 2). Gilbert-Clorey (ed.), pp 879-882. France.

León G. (1988). Botánica de los Cultivos Tropicales. 11 Edición CA. Editorial. IICA. San José. Costa Rica.

Pérez, G. R. M. 2016. Review of Cucurbita pepo (Pumpkin) its phytochemistry and pharmacology. Med. Chem. 6(1):12-21.

SAS, Institute. 2004. SAS/STAT User's Guide. Version 9.1. SAS Institute. Cary, NC, USA.

BIOFORTIFICACIÓN CON YODO EN PLANTAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum L.)*: EFECTOS SOBRE LA CALIDAD COMERCIAL Y NUTRACÉUTICA DE SUS FRUTOS

Biofortification with iodine in tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.): Effects on the commercial and nutraceutical quality of its fruits

Fortis-Hernández, Manuel[1*]; Ramírez-Díaz, Cinthya[2]; Preciado-Rangel, Pablo[1]; Lagunés-Fortiz, Erika[3]; Zermeño-González, Héctor[1]

[1]Tecnológico Nacional de México – Campus Instituto Tecnológico de Torreón. Antigua Carretera Torreón-San Pedro km 7.5, Torreón, Coahuila, México. C.P. 27170. Tel: (871) 1117279. [2]Maestría en Ciencias en Suelos. Tecnológico Nacional de México – Campus Instituto Tecnológico de Torreón. Antigua Carretera Torreón-San Pedro km 7.5, Torreón, Coahuila, México. C.P. 27170. Tel: (871) 1117279. [3]FUniversidad Autónoma Chapingo (UACh), km 38.5 Carretera México – Texcoco, Chapingo, México. Tel. (595)9521527. *Autor para correspondencia: fortismanuel@hotmail.com

RESUMEN

El yodo no se considera un elemento esencial para los cultivos; sin embargo, en algunas plantas acuáticas el yodo juega un papel crítico en el metabolismo antioxidante. En humanos, el yodo es esencial para el metabolismo de la tiroides y para el desarrollo de habilidades cognitivas, y está asociado con menores riesgos de desarrollar ciertos tipos de cáncer. El objetivo de esta investigación fue el evaluar el efecto de la aplicación foliar con yoduro de potasio sobre el rendimiento, calidad comercial y nutracéutica, así como la concentración de yodo en los frutos de tomate. Para tal efecto fueron evaluados cinco concentraciones crecientes de yoduro de potasio (0, 5, 10, 15 y 20 µM L^{-1}). Los resultados muestran que la aplicación foliar de dosis altas de yodo mejoran el tamaño y peso del fruto. En cambio, estas aplicaciones no tienen influencia en algunas variables de calidad comercial, como lo son sólidos solubles y firmeza. Las variables que miden la calidad nutracéutica de los frutos se vieron mejoradas (antioxidantes, fenoles y flavonoides), excepto licopeno que se vio disminuido cuando se incrementaron las concentraciones de KI. La mayor concentración de yodo en los frutos se obtuvo con el tratamiento 20 µM L^{-1}, obteniendo 29.18 mg kg^{-1} yodo de peso fresco. Por lo tanto, la biofortificación con yodo puede ser una alternativa viable para mejorar la calidad nutrimental de frutos de tomate.

ABSTRACT

Iodine is not considered essential for crops; however, in some aquatic plants iodine plays a critical role in antioxidant metabolism. In humans, iodine is essential for thyroid metabolism

and for the development of cognitive abilities, and is associated with lower risks of developing certain types of cancer. The objective of this research was to evaluate the effect of foliar application with iodine on yield, commercial quality and nutraceutical, as well as the concentration of iodine in tomato fruits. The treatments were five increasing concentrations of potassium iodide (0, 5, 10, 15 and 20 µM L^{-1}). The results show that the foliar application of high doses of iodine improves the size and weight of the fruit. In contrast, these applications have no influence on some variables of commercial quality, such as soluble solids and firmness. The variables that measure the nutraceutical quality of the fruits were improved (antioxidants, phenols and flavonoids), except lycopene, which was decreased when KI concentrations were increased. The highest concentration of iodine in the fruits was obtained with the 20 µM L^{-1} treatment, obtaining 29.18 mg kg^{-1} fresh weight iodine. Therefore, biofortification with iodine can be a viable alternative to improve the nutritional quality of tomato fruits.

INTRODUCCIÓN

La obtención de alimentos biofortificados puede realizarse a través de varias formas; una de ellas es la agronómica la cual ha sido realmente prometedora. Esta se define como el proceso de incrementar la concentración de elementos esenciales en la parte comestible de los productos cosechados mediante intervención agronómica (White y Broadley, 2005). Se considera que un alimento está biofortificado o enriquecido cuando la proporción de uno o varios de los nutrientes que lo integran es superior a su composición normal, la cual se ha modificado o producido de forma artificial. Esta estrategia tiene el potencial de ser sostenible y rentable y de llegar a poblaciones rurales apartadas. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud las deficiencias nutrimentales más comunes son las de hierro (Fe), zinc (Zn), yodo (I) y vitamina A. La biofortificación con calcio, hierro y zinc ocurre más fácilmente ya que estos elementos se encuentran en el listado de los 17 elementos esenciales para las plantas. En cambio, aunque el yodo y el selenio se incluyen en el listado de los 28 esenciales tanto para los humanos como para sus animales domésticos, estos elementos no se anotan en el listado de reconocidos como esenciales para las plantas (Leija *et al*., 2016). En el caso del yodo la biofortificación permitiría obtener plantas con una mayor capacidad antioxidante y mayor tolerancia al estrés, además de que se mejoraría sustancialmente el valor nutricional de sus frutos. Las fuentes de yodo (I) pueden ser sales inorgánicas como el yodato y yoduro de potasio (KIO_3 y KI). Se han demostrado respuestas

favorables a la aplicación de yodo por aspersión foliar debido a que se evitan las complejas interacciones de este elemento con los componentes del suelo, adicionalmente, se ha evidenciado que el yodo es capaz de ser absorbido por las estructuras aéreas (cutícula cérea) de la planta con alta eficiencia (Suh *et al*. 2002) y debido a la alta permeabilidad de la cutícula alrededor de las células guarda (Eichert y Goldbach, 2008). Adicionalmente se han encontrado mayores índices de absorción cuando se le añade un surfactante a la solución de yodo. Con base en lo anterior, en el presente estudio se evaluó la aplicación de yoduro de potasio (KI) de forma foliar en el cultivo de tomate sobre el rendimiento y calidad nutraceútica de sus frutos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el año 2018, en una malla sombra en el Instituto Tecnológico de Torreón (ITT), Torreón, Coahuila, México. Se evaluaron cinco dosis crecientes de KI: 0, 5, 10, 15 y 20 µM L^{-1}. Fueron calculadas las concentraciones de cada tratamiento de yoduro de potasio (KI), el cual fue disuelto en agua tridestilada agregándose para su aplicación un surfactante, adherente y acidificante de uso agrícola. Las aplicaciones fueron realizadas por las mañanas usando un atomizador pulverizador aplicando el producto a toda la planta, el intervalo de aplicación fue cada 15 días. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones por tratamiento.

El material vegetal que se utilizó fueron plantas de tomate tipo roma o Saladette hibrido Sahel (Syngenta ®). Fueron germinadas en la malla del tecnológico en charolas de germinación de polietileno de 200 cavidades, utilizando como sustrato peet moss y vermiculita. El trasplante se realizó a los 30 días después de la siembra (dds), cuando las plántulas presentaron entre 5 y 6 hojas verdaderas. Se utilizaron canaletas hidropónicas de plástico negro, mismas que fueron rellenadas con sustrato utilizando una mezcla de arena y perlita en una proporción 80:20, respectivamente. La arena fue esterilizada con una solución de ácido sulfúrico al 5% dejándola reposar por 24 horas posterior a eso se le dio un lavado con agua.

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, y se realizaron podas eliminando las yemas axilares para mejorar la aireación y penetración de luz en la parte inferior de las plantas. Se aplicó solución nutritiva Steiner en base a estos fertilizantes; MKP, $CaNO_3$, $MgNO_3^-$ y KNO_3. La solución Steiner se aplicó desde el momento del trasplante hasta la cosecha. La concentración de la solución varío dependiendo de la etapa fenológica de cultivo; iniciando al trasplante con el 30% y llegando al 100% al iniciar la etapa de floración del cultivo. Los

riegos aplicados a lo largo del experimento estuvieron en función de la demanda de agua del cultivo por etapa fenológica y considerando los factores climáticos presentados en la malla sombra, los riegos se aplicaron desde el momento del trasplante a razón de 250 mL por planta, llegándose a aplicar hasta 1.2 L dia^{-1} $planta^{-1}$ cuando las temperaturas alcanzaron los 40°C. A los 70 después del trasplante (ddt) fueron cosechados los primeros frutos considerando su madurez comercial.

Las variables evaluadas fueron; rendimiento, calidad comercial y nutracéutica. A cada fruto se le determino la firmeza con un penetrómetro (Fruit Hardness Tester FHT200), sólidos solubles totales (SST), utilizando un refractómetro manual (Master Refractometer Automatic Atago), peso y tamaño con un vernier digital (Sendowtek modelo LCD IP54). Para la calidad nutracéutica fueron obtenidos los extractos utilizando el método de Molina-Quijada *et al.* (2010). La capacidad antioxidante se determinó con el método in vitro $DPPH^{+}$ (Brand-Williams *et al*., 1995). Los compuestos fenólicos totales se midieron usando una modificación del método de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al*., 1999). El contenido de flavonoides totales se utilizó la técnica descrita por Lamaison y Carnet (1990). El licopeno se realizó con base en la metodología propuesta por Perkins-Veazie *et al*. (2001) y Fish *et al*. (2002). La determinación de yodo en el fruto se utilizó el método catalítico por espectrometría de masas plasmáticas (ICP-MS) (Krishna *et al*., 1992; Landini *et al*., 2011). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.5$), utilizando el paquete estadístico SAS versión 9.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para las variables diámetro ecuatorial, polar y peso del fruto, lo que significa que las aplicaciones de Yodo tuvieron efecto en el desarrollo de las plantas de tomate, lo que generaron frutos de buen tamaño. En el Cuadro 4.1, se presenta la comparación de medias de estas variables; observándose que los tratamientos con dicha aplicación fueron estadísticamente diferentes al tratamiento testigo.

Para el diámetro polar, el tratamiento con la dosis 20 µM L^{-1} de yodo, supero al testigo en un 13.70 % y un 25 % respecto al peso del fruto. En solidos solubles la tendencia fue inversa, altas concentraciones de yodo disminuyeron la concentración de azúcares en el fruto. De manera general, el estudio muestra que las dosis empleadas mejoraron los

parámetros de calidad del fruto. Halkaa *et al*. (2018), señalan que aplicaciones de 10 mM KI en plantas de tomate no conduce a daños en la planta o a una disminución del rendimiento, sin embargo, cuando se supera esta dosis puede haber síntomas de toxicidad, incluyendo clorosis o plantas marchitas. Cortes-Flores *et al*. (2016), reportaron que aplicaciones de 50 mM L^{-1} en el cultivo de pimiento produjeron plantas con hojas más pequeñas y algunos síntomas de toxicidad. La misma tendencia se reporta en la biofortificación de lechuga ya que dosis de 40 mM L^{-1} disminuyó el crecimiento de la planta y la producción de biomasa.

Cuadro 1. Efecto de la aplicación foliar de yodo (KI) sobre parámetros comerciales y del rendimiento en frutos de tomate producidos en malla sobra.

Yodo (µM L^{-1})	Diámetro (mm)		Firmeza (N)	Solidos solubles (°Brix)	Peso del fruto (g)	Rendimiento¥ (g/planta)
	Polar	Ecuatorial				
0	51.24 b*	36.65 bc	4.04	6.12	41.37 b	1487.10
5	53.63 a	34.66 c	3.97	6.48	44.09 ab	1520.94
10	57.79 a	38.52 ab	3.93	5.97	44.86 a	1568.04
15	57.25 a	39.38 c	4.19	6.01	50.06 a	1579.98
20	58.27 a	41.12 c	4.20	5.86	51.91 a	1593.54

* Medias con la misma letra dentro de la columna no difieren estadísticamente (Tukey; $P \geq 0.05$). ¥ El rendimiento fue considerado solo cuatro cortes.

Respecto a la calidad nutracéutica, los resultados obtenidos mostraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre las distintas concentraciones de yodo. Para capacidad antioxidante la dosis que obtuvo el mayor valor fue el tratamiento 20 µM L^{-1} de yodo, superando al tratamiento testigo un 32%. Los resultados de las dosis 10 y 15 µM L^{-1}, resultaron ser estadísticamente iguales, aun y con este resultado los datos muestran tendencia en aumento conforme las dosis de yodo aplicada son más altas (Cuadro 2). Estos resultados son similares a los reportados por Kiferle *et al.* (2013), quienes reportan que la mayor capacidad antioxidante total acumulada en frutos de tomate se obtuvo en frutos con la mayor acumulación de yodo.

Para compuesto fenólicos, el tratamiento que obtuvo la mayor concentración fue el tratamiento de 20 µM L^{-1} de yodo con un valor de 219. 547 mg/100 g de PF, superando al tratamiento testigo en un 24.18%, al tratamiento 5 µM L^{-1} con un 18.2%, a la dosis 10 µM L^{-1} con un 11.47% y al tratamiento 15 µM L^{-1} lo supero con un 7.02%. Los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con Blasco (2010), quien encontró que los compuestos fenólicos muestran un aumento positivo a medida que se incrementaron la dosis de yodo

en hojas de lechuga, obteniendo el valor más alto de compuestos fenólicos en la dosis de 160 µM. Caso contrario al estudio realizado por Medrano-Macías *et al.,* (2016), donde no encontraron diferencias en compuestos fenólicos en frutos de tomate tratados con aplicaciones foliares de yodo de 1 µM y 100 µM aplicados diaria y quincenalmente.

Los resultados para flavonoides muestran que las dosis de 15 y 20 µM L^{-1} presentaron valores de 188.377 y 193.797 mg/100 g PF, respectivamente. Ambos tratamientos superaron al tratamiento testigo un 48.04 y un 52.30%, respectivamente. La dosis más baja (5 µM L^{-1}) mostro un aumento del 5.21% con respecto al tratamiento testigo, y la dosis 20 µM L^{-1} aumento un 44.75% con respecto a la dosis 5 µM L^{-1}. Blasco *et al.* (2008), reportaron que altas concentraciones de yodo (160 µM) aplicadas en lechuga proporcionan mayor acumulación de flavonoides.

Cuadro 2. Efecto de la aplicación foliar de yodo (KI) sobre parámetros nutracéuticos de frutos de tomate producidos en malla sobra.

Yodo (µM L^{-1})	Capacidad antioxidante	Compuestos fenólicos	Flavonoides	Licopeno
	meq. Trolox 100 mg^{-1} Peso Fresco	- - - - - mg 100 g de peso fresco - - - - -		
0	87.32 d	170.72 e	135.34 d	29.34 a
5	95.68 c	180.38 d	143.78 c	24.34 bc
10	110.36 b	190.26 c	170.32 b	25.33 b
15	113.87 b	200.86 b	190.22 a	23.48 bc
20	120.28 a	230.38 a	200.10a	22.23 c

* Medias con la misma letra dentro de la columna no difieren estadísticamente (Tukey; *P*≥0.05).

Respecto a licopeno el tratamiento que reporto el mayor valor fue el tratamiento testigo, mostrando las concentraciones de yodo una disminución del 20% a medida que se incrementaron sus dosis. Smoleń *et al*. (2015), encontraron que el aplicar 7.88 µM de yoduro y yodato de potasio no tiene influencia en la concentración de licopeno en frutos de tomate. Islam *et al.* (2018), estudiaron tomates cherry con tratamientos de hierro, yodo y selenio, en dicho estudio tampoco encontraron diferencias significativas en licopeno.

El efecto del yodo en la calidad nutracéutica se debe a que éste pudo haber interferido con el metabolismo de los compuestos primarios dentro de la fruta (Ho,1996); probablemente al estrés leve causado por éste y que eleva la tolerancia de las plantas ante condiciones de estrés.

Con respecto a la concentración de Yodo en los frutos, el análisis de varianza mostro diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) por efecto de las cantidades aplicadas. La mayor concentración de yodo se obtuvo con el tratamiento 20 µM L^{-1}, obteniendo 29.18 mg kg^{-1} yodo de peso fresco. En la Figura 1, se observa el aumento del contenido de yodo conforme se aumentó la concentración.

Lawson *et al*. (2015), compararon la cantidad de yodo acumulado mediante fertilización al suelo y aspersión foliar en lechuga y col, encontrando una mayor acumulación mediante la aplicación foliar de 0.5 kg I ha^{-1} en lechuga, no así en col; esto fue atribuido probablemente a la forma del transporte de este elemento. De modo similar, Smolen *et al*. (2012), encontraron resultados positivos en la acumulación y biofortificación de plantas de lechuga con la aplicación de KIO_3 en forma foliar a una concentración de 2 kg I ha^{-1}. Smolen *et al.* (2018), encontraron resultados favorables en la acumulación de yodo en papas, señalado que el contenido de yodo fue varias veces menor en plantas control en comparación con las plantas que fueron tratadas con yodo. Kiferle *et al*. (2013), reportan en frutos de tomate concentraciones de yodo entre 0.3 y 4.5 mg I kg^{-1} base fresca (BF) en tratamientos con 1 a 5 mM KI, respectivamente. Y concentraciones de 0.2 a 1.9 mg I kg^{-1} BF cuando aplicaron 0.5 a 2 Mm KIO_3.

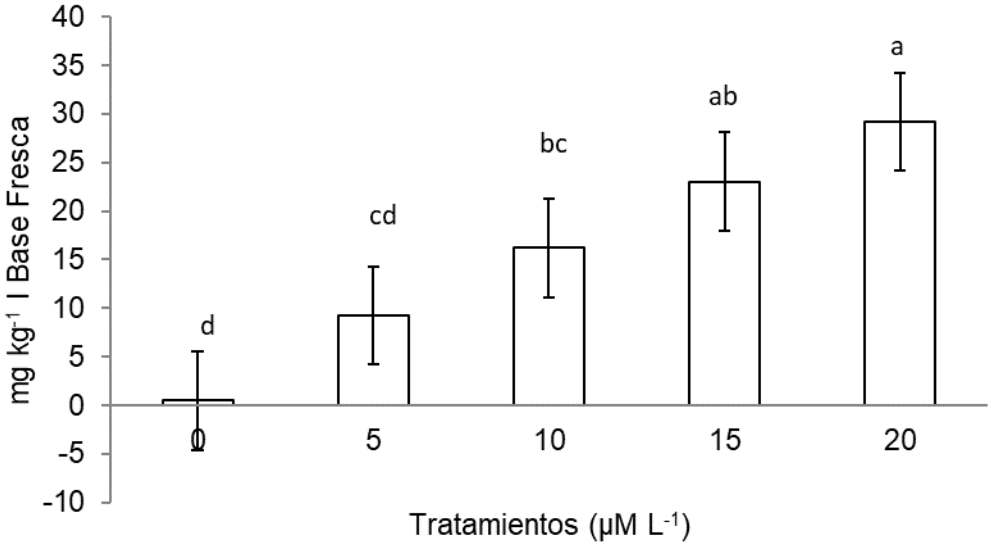


Figura 1. Concentración de yodo en frutos de tomate producidos en malla sombra. Barras con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey; $P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

La biofortificación de tomate con la aplicación de yoduro de potasio (KI), no alteró la calidad comercial de los frutos, ya que mantuvieron su tamaño, firmeza y peso. En cuanto a los compuestos nutricionales, se observó una pequeña reducción en el contenido de azúcares. La aplicación foliar de 20 µM L^{-1} KI puede ser parte del manejo productivo del tomate, debido a que aumenta la capacidad antioxidante, fenoles y flavoniodes de sus frutos. Los resultados son esperanzadores ya que muestran que la fortificación de tomate con yoduro de potasio resulta en un aumento significativo de su concentración, por lo tanto, en el futuro podría ser una aplicación práctica en la reducción de problemas de salud relacionados con la deficiencia de yodo en el país.

REFERENCIAS

Blasco, B., Ríos, J. J., Cervilla, L. M., Sánchez-Rodríguez, E., Ruiz, J. M., & Romero, L. 2008. Iodine biofortification and antioxidant capacity of lettuce: Potential benefits for cultivation and human health. *Annals of Applied Biology 152*(3). 289-299.

Blasco, B., Ríos, JJ, Leyva, R., Cervilla, LM, Sánchez-Rodríguez, E., Rubio-Wilhelmi, MM, Rosales, MA, Ruiz, JM, Romero, L., 2010. ¿Afecta la biofortificación de yodo? metabolismo oxidativo en plantas de lechuga? Biol. Trace Elem. Res.142 (3): 831–842.

Brand-Williams, M. E. Cuvelier and C. Berset. 1995. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. Lebensm.-Wiss. u.-Technol. Food Science and Technology 28:25-30.

Cortés-Flores1, Crispín; M. Nieves Rodríguez-Mendoza, Adalberto Benavides-Mendoza, J. Luis García-Cué, Mario Tornero-Campante, Prometeo Sánchez-García. 2016. El yodo aumenta el crecimiento y la concentración de minerales en plántulas de pimiento morrón. Agrociencia 50: 747-758.

Eichert T, Goldbach HE. 2008. Equivalent pore radii of hydrophilic foliar uptake routes in stomatous and astomatous leaf surfaces - further evidence for a stomatal pathway. Physiologia Plantarum 132: 491-502.

Fish, W.W., P. Perkins-Veazie and J.K. Collins 2002. A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. J. Food Comp. Anal. 15:309-317.

Halkaa, Mariya; Magdalena Klimek-Chodacka; Sylwester Smolen; Rafal Baranskib; Iwona Ledwozyw-Smolen and Włodzimierz Sady. 2018. Organic iodine supply affects tomato plants differently than inorganic iodine. Physiologia Plantarum 2018. doi:10.1111/ppl.12733.

Ho, L.C. 1996.The mechanism of assimilate partitioning and carbohydrate compartmentation in fruit in relationto th equality and yield of tomato. J. Exp. Bot. 47, 1239–1243.

Islam, M. Z., Mele, M. A., Baek, J. P., & Kang, H. (2018). Iron, iodine and selenium effects on quality, shelf life and microbial activity of cherry tomatoes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, *46*(2), 388-392.

Kiferle, Claudia and Gonzali, Silvia and Holwerda, Harmen and Real Ibaceta, Rodrigo and Perata, Pierdomenico. 2013. Tomato fruits: a good target for iodine biofortification. Frontiers in Plant Science 4: 205-215.

Krishna K. Verma, Archana Jain, and Archana Verma. 1992. Determination of Iodide by High-Performance Liquid Chromatography after Precolumn Derivatization. *Anal. Chem.* 1992, *64,* 1484-1489.

Lamaison, J.L.C., Carnet, A., 1990. Teneurs en principaux flavonoids des fleurs de Crataegeus monogyna Jacq et de Crataegeus laevigata (Poiret D. C) en fonction de la vegetation. Pharmaceutica Acta Helvetiae 65, 315–320

Landini M, Gonzali S, Perata P. 2011. Iodine biofortification in tomato. J Plant Nutr Soil Sci. 174:480–486.

Lawson PG, Daum D, Czauderna R, Meuser H, Härtling JW. 2015. Soil versus foliar iodine fertilization as a biofortification strategy for field-grown vegetables. Frontiers in Plant Science 6:450.

Leija-Martínez, P., Medrano-Macías, J., Fuentes-Lara, L., Benavides-Mendoza, A. 2016. Biofortificación de granos con yodo y selenio. Revista granos 1: 22-28.

Medrano-Macías, J., Leija-Martínez, P., Juárez-Maldonado, A., Rocha-Estrada, A., & Benavides-Mendoza, A. 2016. Effect of iodine application on antioxidants in tomato seedlings. *Revista Chapingo Serie Horticultura, 22*(2):133-143.

Molina-Quijada, D., Medina-Juárez, L., González-Aguilar, G., Robles-Sánchez, R., Gámez-Meza, N. 2010. Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de cáscara de uva (*vitis vinifera l*.) de mesa cultivada en el noroeste de México. CyTA–Journal of Food 8: 57-63.

Perkins-Veazie, P., J.K. Collins, S.D. Pair and W. Roberts. 2001. Lycopene content differs among red-fleshed watermelon cultivars. J. Sci. Food Agric. 81(10):983-987.

Singleton, V.L., Rudolf Orthofer, and Rosa M. Lamuela-Raventós. 1999. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. Methods in enzymology 299: 152-178.

Smoleń, S., Wierzbińska, J., Sady, W., Kołton, A., Wiszniewska, A., & Liszka-Skoczylas, M. 2015. Iodine biofortification with additional application of salicylic acid affects yield and selected parameters of chemical composition of tomato fruits (Solanum lycopersicum L.). *Scientia Horticulturae 188*: 89-96.

Smoleń, S., Kowalska, I., Skoczylas, Ł., Liszka-Skoczylas, M., Grzanka, M., Halka, M., & Sady, W. 2018. The effect of salicylic acid on biofortification with iodine and selenium and the quality of potato cultivated in the NFT system. *Scientia Horticulturae 240*: 530-543.

Suh HJ, Sook Kim C, Lee JY, Jung J. 2002. Photodynamic Effect of Iron Excess on Photosystem II Function in Pea Plants. Photochemistry and photobiology 75: 513-518.

White, P.J., Broadley, M.R., 2005. Biofortifying crops with essential mineral elements. *Trends in Plant Science 10:586-593.*

.

CAPTURA DE CARBONO EN *Citrus latifolia Tan*. EN EL GOLFO CENTRO DE MÉXICO

CARBON STORAGE IN *Citrus latifolia Tan*. IN THE CENTER GOLF OF MEXICO

***Constante-García Vicenta[1], Erika Nava-Reyna[1], José Luis González-Barrios[1] Jesús Arcadio Muñoz-Villalobos[1], Kassandra Santellanez-Arreola**

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. CENID-RASPA. Canal Sacramento Km. 6.5, Gómez Palacio, Durango.
***Email: constante.garcia@inifap.gob.mx**

RESUMEN

En la actualidad, las regiones agrícolas están siendo amenazadas por los gases de efecto invernadero (GEI); una manera de atenuar la emisión de estos gases es a través de la captura de carbono (C). La presente investigación se realizó, con el fin de estimar el carbono almacenado en la biomasa sobre y bajo el suelo en el estado de Veracruz dentro del municipio de Martínez de la Torre; donde se evaluaron dos huertas de limón persa (Citrus latifolia Tan.) de cuatro años de edad, mediante un muestreo sistemático utilizando 8 parcelas en dos huertas contiguas. La evaluación de 54 árboles con un diámetro promedio (DAP) de 3.65 cm y altura de 2.74 m, revelan una captura de carbono sobre el suelo de 3.48 t C ha^{-1} y bajo el suelo 0.68 t C ha^{-1}, mostrando con ello, el potencial de captura de carbono del limón persa en una de las zonas frutícolas más importantes de México.

ABSTRACT

Nowdays, agricultural regions are being effected by greenhouse gases (GEI). One way to attenuate these gasses emission is thought carbon capture. Therefore, present investigation aimed to estimate the carbon stored in overground and underground biomass in Martinez de la Torre of Veracruz state. Two farms with 4 years old Citrus latifolia Tan. cultivations were evaluated through a systematic sampling using 8 portions in two contiguous farms. Evaluation of 54 trees with an average of diameter of 3.65 cm and height of 2.74 m, revealed a capture of 3.48 t C ha–1, overground and 0.68 t C ha-1 underground, showing the potential of the carbon capture of Persa lemon, one of the most important fruit agricultural zones in Mexico.

INTRODUCCIÓN

El calentamiento global es el resultado del constante aumento de las concentraciones de dióxido de carbono (CO_2), se ha convertido en un grave problema (Lawlor 2005: Santibañez, 2014). Uno de los efectos negativos que implica el cambio climático en la agricultura es el aumento en las temperaturas, provocando un cambio en los regímenes pluviales que acortan las etapas de crecimiento de los cultivos, el calor acelera la respiración y el desarrollo de la planta, por ejemplo, en los cereales sí hubiera un aumento de 4º C generaría una pérdida de 20-30% de la materia seca (Lawlor 2005). Una manera de mitigar las consecuencias negativas de los gases de efecto invernadero (GEI), es a través de la captura del carbono, manteniéndolo el mayor tiempo posible secuestrado, ya sea en el suelo o en forma de biomasa. Una alternativa serían los sistemas agrícolas asociados con árboles de alto potencial de captura de carbono (Ramachandran y Nair 2014). De manera que la cuantificación del carbono almacenado especialmente en cultivos de alto valor económico como el limón, hace factible el desarrollo de modelos productivos eficaces en el uso del carbono (Isaza, 2014). Por lo que este tipo de evaluaciones son el material básico para generar alternativas y modelos de producción que permitan hacer una tarea eficiente del carbono, ofreciendo beneficios económicos por concepto de servicios ambientales. Dada la importancia y las consideraciones expuestas, esta investigación tuvo como objetivo, evaluar la captura de carbono bajo el suelo (parte radicular) y sobre el suelo (parte aérea arbórea) en huertas de limón persa, para el estado de Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El municipio de Martínez de la Torre Veracruz se ubica en los límites de San Rafael y Papantla. Presenta un amplio rango de altitud dado que oscila de los 420 msnm en la parte sur del municipio hasta los 18 msnm en los límites, su clima es cálido-húmedo-regular con una temperatura promedio de 23.7º C. Presenta una precipitación pluvial media anual de 1,293.6 milímetros. Las parcelas se ubicaron dentro de un área denominada “El Manguito” aproximadamente entre las coordenadas 20°06’5.9’’

97°01’56.2’’ a una altitud de 65 m (Figura 1).

Figura 1. Huertas muestreadas dentro de área frutícola de Veracruz

Trabajo en campo y determinación de biomasa

Para la evaluación de la captura de carbono en los sistemas productivos de limón se empleó el método no destructivo utilizando modelos alométricos para la estimación. Para ello se implementó un muestreo sistemático en dos huertas contiguas con manejo similar entre las mismas. Dentro de cada huerta se distribuyeron 4 parcelas tomando en cuenta el efecto de borde. Las variables dasométricas tomadas en campo fue la altura total del árbol y el diámetro a 1.30 m del suelo (DAP). Con la finalidad de determinar los contenidos de carbono en el árbol se recolectaron muestras de las hojas, tallo y raíz de forma aleatoria dentro de un mismo árbol. Las muestras recolectadas fueron tomadas de un árbol dentro de cada una de las 4 parcelas establecidas en cada huerta (Figura 1). También se tomó una distancia entre árboles y entre las hileras con el fin de calcular la densidad poblacional.

La ecuación alométricos empleada fue la reportada y aplicada por Marín *et al.,* (2016) para especies frutales.

$Bt: = 10^{(a+b*\log(DAP)) +c*Log(h)))}$.

Donde:

Bt: La biomasa total kg ha^{-1}

DAP: Diámetro a 1.30 m suelo

h: Altura total del árbol

a, b, c: Constantes del Modelo

Una vez determinada la biomasa para cada árbol se realizó un análisis estadístico para determinar la diferencia significativa entre los árboles de cada huerta muestreada (Huerta 1 y Huerta 2; Figura 1).

La biomasa radicular se estimó en base al 20 % de la biomasa promedio aérea, esto, de acuerdo con MacDicken, (1997).

Determinación de los contenidos de carbono sobre y bajo el suelo

El contenido de carbono en cada sección del árbol muestreada en campo se determinó a través del método directo de combustión seca utilizando un Analizador Elemental (Nelso y Sommers, 1996). Para ello se prepararon sub-muestras de 2 a 3 mg del tallo, hoja y raíz siguiendo los procedimientos básicos de análisis químicos. El contenido de carbono de cada sección fue promediado para tomarse en cuenta la captura total del árbol, esto es, en parte área y la subterránea. (Carvajal *et al.,* 2009; Avendaño *et al*., 2009).

La determinación del carbono por árbol fue calculada utilizando la siguiente ecuación:

$$\mathrm{Ctotal} = \mathrm{Bat} * \mathrm{CC}$$

Donde:

CTotal: Carbono total (Mg ha^{-1})

Bat: Biomasa aérea total (Mg ha^{-1})

CC: Contenido de carbono (Análisis químico de las secciones)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa aérea y radicular

La prueba estadística t Student para datos independientes no encontró diferencias significativas ($p>0.05$) entre la biomasa de los árboles tomados en cada huerta muestreada (Figura 2), procediendo a tomar todo el conjunto de datos para la evaluación del carbono.

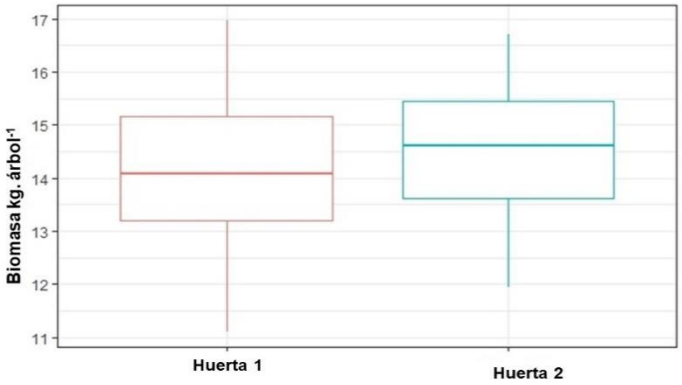


Figura 2. Biomasa promedio de los árboles tomadas en cada huerta

Los resultados de los análisis de contendido de carbono arrojaron un promedio para la parte aérea (hoja, tallo) de 44.0, en tanto, que la biomasa radicular ostentó un valor de 0.43. Estos valores fueron utilizados para determinar el almacenamiento de carbono en los árboles de limón, tanto en su parte aérea como en la parte subterránea.

Almacenamiento de carbono sobre y bajo el suelo

El área muestreada en ambas huertas presentó una densidad promedio de 555 árboles ha^{-1}. Tomando en cuenta que la huerta 1 y 2, no presentaron diferencia entre sus respectivos individuos, a partir de estas se armó un conjunto total de 54 individuos a evaluar. Los individuos presentaron una altura promedio de 2.74±0.269 m y un valor 3.65±0.91 cm de diámetro. La biomasa aérea por individuo fue de 14.30±1.39 kg aunque también se presentaron valores máximos y mínimo de 16.97 y 11.11 kg respectivamente. El carbono y la biomasa obtenido a partir de estas variables dasométricas se presentan en toneladas por hectárea (Cuadro 1).

De acuerdo con varios autores la bioma subterránea de la raíz en árboles de limón, está representa aproximadamente en un 20 % (Feigenbaum *et al*., 1987; Alva *et al*., 1999; Contreras *et al*., 2007). Tomando en consideración esto estimó la biomasa radicular en base a la biomasa total obtenida en t ha^{-1} (Cuadro 1).

Cuadro 1. Carbono y biomasa sobre el suelo y bajo el suelo

Fuente	Biomasa viva en t/ha	Carbono en t/ha
Parte aérea (Sobre el suelo)	7.93	3.48
Parte radicular (Bajo el suelo)	1.58	0.68
Total	9.51	4.16

Un estudio realizado para la región reporta un valor promedio de 59.9 kg por árbol, no obstante, estos presentan el doble de la edad y toman en cuenta la cosecha del árbol al momento de obtener el peso seco (Contreras *et al.,* 2007). Por otra parte, al evaluar los contenidos de carbono en diferentes usos de la tierra se ostentan un valor de 8.4 t C ha^{-1} en árboles de limón asociados a trigo (Yadav *et al*., 2015) resultados cercanos a los obtenidos en el presente trabajo.

En cuanto a la biomasa subterránea, diversos estudios para cítricos indican que la raíz representa de un 20.1 a un 24.0 %, respecto al total de la biomasa seca del árbol (Feigenbaum *et al.,* 1987, Alva *et al.,* 1999 y Contreras *et al.,* 2007).

CONCLUSIONES

El limón persa al igual que cualquier otro árbol frutícola no sólo representan una fuente de almacenamiento de carbono, sino que también representa una fuente de inversión económica y aportación ambiental para los pequeños y grandes productores, así como el empleo y alimentación para la población de las zonas frutícolas del país. Los resultados obtenidos son evidencia del potencial de la captura que pueden tener las especies frutícolas. Es recomendable en futuros trabajos generar modelos alométricos para especies arbóreas frutícolas, dado que es difícil encontrar modelos adecuados para evaluar la biomasa y por ende el carbono de una gran gama de árboles frutales, que son de gran importancia económica y que presentan reservorios naturales de almacenamiento de carbono.

REFERENCIAS

Alva A.K., Fares A. And Dou H. 1999. Dry Matter And Nitrogen, Phosphorus, And Potassium Partitioning In Citrus Trees. In: ASA Annual Meeting, Madison, Salt Lake City, UT.

Andrade, H., Segura, M. A., Somarriba Chávez, E., Y Villalobos Rodríguez, M. (2008). Valoración Biofísica Y Financiera De La Fijación De Carbono Por Uso Del Suelo En Fincas Cacaoteras Indígenas De Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería En Las Américasnúmero 46 (2008)*.

Avendaño H.D., M. Acosta M., F. Carrillo A. Y Etchevers B. J. (2009). Estimación De Biomasa Y Carbono En Un Bosque De Abies Religiosa. Fitotecnia Mexicana. 32 (3): 233-238.

Cairns, M. A., Brown, S., Helmer, E. H. Y Baumgardner G. A .1997. Root Biomass Allocation In The World's Upland Forests. Oecologia, 111(1), 1-11.

Carvajal, M., Mota, C., Alcaraz-López, C., Iglesias, M. Y Martínez-B. M. C. (2009). Investigación Sobre La Absorción De CO2 Por Los Cultivos Más Representativos. Consejo Superior De Investigaciones Científicas: Murcia, Spain.

Contreras M. E., Almaguer V.G., Espinoza E.J.R., Maldonado T.R. Y Álvarez S. E. 2007. Distribución De Materia Seca Y Nutrimentos En Árboles De Limón Persa (*Citrus Latifolia* Tan.) En Veracruz, México. Revista Chapingo Serie Horticultura, 13(1), 77-85.

Isaza, C. (2014). Análisis De Oportunidades Para La Gestión Eficiente Del Carbono En Un Sistema De Producción De Café En El Departamento De Caldas. Tesis De Maestría. Universidad De Manizales. Manizales, Colombia 88p.

Feigenbaum S., Bielorai, H., Erner, Y. And Dasberq, S. 1987. The Fate Of N Labeled Nitrogen Applied To Mature Citrus Trees. Plant And Soil 97: 179-187

Lawlor, D. W. (2005). Plant Responses To Climate Change: Impacts And Adaptation. Plant Responses To Air Pollution And Global Change, 81–88.Doi:10.1007/4-431-31014-2_10

Macdicken, K. (1997). A Guide To Monitoring Carbon Storage In Forestry And Agroforestry Projects. Arlington, US, Winrock International. 87.P.

Marín, M. D. P., Andrade, H. J., & Sandoval, A. P. (2016). Fijación De Carbono Atmosférico En La Biomasa Total De Sistemas De Producción De Cacao En El Departamento Del Tolima, Colombia.

Nelson, D.W. And Sommers L.E (1996). Total Carbon, Organic Carbon, And Organic Matter. In: Sparks, D.L., Et Al. (Eds.) Methods Of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, SSSA Book Series No. 5, SSSA And ASA, Madison, WI. Pp. 961-1010

Ramachandran, N. & Nair, V. (2014) Solid-Fuid-Gas: The State Of Knowledge On Carbon Sequestration Potential Of Agroforestry Systems In Africa. Rev. Current Opinion In Environmental Sustainability 6 (1): 22-27.

Santibañez, E. (2014). Captura Y Almacenamiento De Carbono Para Mitigar El Cambio Climático: Modelo De Optimización Aplicado A Brasil. Rev. Inst. Contam. Ambie. 30 (3): 235-245.

Yadav, R. P., Bisht, J. K. And Pandey B.M. 2015. Above Ground Biomass And Carbon Stock Of Fruit Tree Based Land Use Systems In Indian Himalaya. Ecoscan, 9(3&4), 779-783.

CARACTERIZACIÓN Y POTENCIAL DE BIOCONTROL DE HONGOS ASOCIADOS A LA RIZOSFERA DE CUATRO RAZAS MEXICANAS DE MAÍZ

CHARACTERIZATION AND BIOCONTROL POTENTIAL OF FUNGI ASSOCIATED TO FOUR MAIZE MEXICAN LANRACES RHIZOSPHERE

Chávez-Díaz, Ismael Fernando[a]*; Arteaga-Garibay, Ramón Ignacio[a]; Zelaya-Molina, Lily Xochilt[a]; Cruz-Cárdenas, Carlos Ivan[b]

[a] Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos; [b] Laboratorio Agrícola Forestal; Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP. Boulevard de la Biodiversidad #400, Rancho las Cruces. C.P. 47600. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. *Autor por correspondencia: chavez.fernando@inifap.gob.mx

RESUMEN

Los recursos genéticos nativos de cada región se encuentran altamente adaptados a zonas y ambiente específicos, lo que los hace únicos en características fenotípicas, genotípicas y microbiológicas. Es por esto que las razas mexicanas de maíz representan un reservorio natural de biodiversidad. En el presente estudio se aislaron hongos asociados a cuatro razas mexicanas de maíz: Amarillo Zamorano, Cacahoatán, Jala y Tuxtla Chico. Los hongos fueron identificados y catalogados en especies del género *Fusarium* y en potenciales Hongos de Control Biológico (HCB). Las cepas se confrontaron y se determinó su espectro antagónico, los rasgos de promoción de crecimiento vegetal y su perfil enzimático. Las cepas de *Fusarium* se identificaron como pertenecientes a los complejos de *F. fujikuroi, F. incarnatum-equiseti, F. oxysporum* y *F. sambusinum.* Cuatro cepas de los géneros *Aspergillus, Metarhizium, Talaromyces* y *Trichoderma* mostraron potencial y rasgos óptimos para ejercer control bilógico contra las cepas de *Fusarium*.

ABSTRACT

The native genetic resources of each region are well adapted to specific zones and environments, which make them unique in phenotypic, genetic and microbiologic characteristics. Based on mentioned before, maize Mexican landraces represent a natural reservoir of biodiversity. In this research fungi were isolated from four maize Mexican landraces: Amarillo Zamorano, Cacahoatán, Jala and Tuxtla Chico. Fungi were identified and sorted by *Fusarium* genus species and potential Biocontrol Fungi (BCF). Strains were confronted and antagonistic spectrum were determined, the plant growth promotion traits and enzymatic profile were assessed. The *Fusarium* genus strains were identified as belonging to *F. fujikuroi, F. incarnatum-equiseti, F. oxysporum* and *F. sambusinum* species

complexes. Four strains from *Aspergillus, Metarhizium, Talaromyces* and *Trichoderma* genus showed potential and optimal traits to exert biological control against isolated *Fusarium* strains.

INTRODUCCIÓN

Las fusariosis en maíz son un problema fitosanitario a nivel mundial. En México, se ha identificado a *Fusarium verticillioides* y *F. subglutinans* (del complejo de especies de *F. fujikuroi*), como las especies más abundantes y virulentas del género *Fusarium* asociadas a las zonas altamente productivas (Leyva-Madrigal et al., 2015). No obstante, se sabe poco de las especies de *Fusarium* que afectan a las razas mexicanas de maíz cultivadas en zonas rurales. Métodos como el control químico, la aplicación de compostas, fertilizantes naturales, extractos vegetales y el uso de variedades resistentes han sido utilizados para su control con eficacia limitada. El control biológico con bacterias, ha mostrado mejores resultados, sin embargo, en campo se observan inconsistentes debido a la susceptibilidad de las bacterias a la variación climática y al manejo agronómico. Los hongos de control biológico (HCB) son altamente resilientes, pero su potencial de biocontrol contra las fusariosis en maíz ha sido poco estudiado. En el presente estudio se identificaron cuatro especies de diferentes complejos asociadas a razas mexicanas de maíz y se determinó el potencial de hongos asociados a estas para limitar las infecciones por *Fusarium*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento. Se colectaron muestras de cuatro razas de maíz: Amarillo Zamorano de Tepatitlán, Jalisco, Jala de Jala, Nayarit, Cacahoatán y Tuxtla Chico de las localidades con los mismos nombres en Chiapas en sus lugares habituales de siembra. Se suspendieron 10 g de suelo rizosférico en agua estéril y se llevó hasta la dilución 10^4, una alícuota (100 µ) se extendió sobre PDA incubándose a 28±2°C) Los hongos obtenidos se aislaron y purificaron mediante cultivos monospóricos. Una vez identificados se depositaron en la Colección de Microorganismos del CNRG, INIFAP, en Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

Espectro antagonista. Los asilamientos fúngicos se confrontaron en cultivo dual contra las cepas de *Fusarium* aisladas de las razas de maíz muestreadas. Se consideraron como HCB a los aislamientos que inhibieron el crecimiento del micelio de *Fusarium* con un contacto mínimo o nulo entre los micelios (antibiosis), y a aquellos que colonizaron el micelio de

Fusarium lo que impidió recuperarlo en un nuevo medio de cultivo. El micelio afectado del fitopatógeno se resembro en nuevo medio para determinar la viabilidad del mismo. Se consideraron tres replicas por tratamiento.

Identificación genética. Se extrajo el DNA total de los aislamientos fúngicos mediante el método de Hoffman (1994). Se amplifico la región ITS usando los primers ITS1: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3', y ITS4: 5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3' (White et al., 1990). Adicionalmente para los aislamientos del género *Fusarium* se amplificaron los genes del factor de elongación 1α (TEF-1α, EF1728F: 5'-CTCGAGAAGTTCGAGAAGG-3', y EF2: 5'-GGARGTACCAGTSAT CATG-3') y de la segunda subunidad más grande de la RNA polimerasa (RPB2, 5f2: 5'-GGGGWGAYCAGAAGAAGGC-3', y 7cr: 5'-CCCATRGCTTGYTTRCCCAT-3') (O'Donell et al., 2010). Las secuencias se editaron con BIOEDIT 7.2.5. Se obtuvieron secuencias taxonómicamente emparentadas del GenBank y se alinearon con las secuencias obtenidas en el CLUSTAL X. El modelo óptimo de sustitución de nucleótidos se determinó con jModelTest2. Los análisis filogenéticos se realizaron con MEGA V.X con el método máximum likelihood y 1000 réplicas bootstrap para evaluar el soporte nodal. Los árboles se construyeron analizando solo la región ITS, mientras que para las cepas de *Fusarium* se analizó una secuencia concatenada conteniendo la información ITS-TEF 1α-RPB2.

Rasgos de crecimiento vegetal y perfil enzimático. La capacidad de solubilizar fosfatos se probó sobre medio NBRIP, un halo decolorado alrededor de la colonia del HCB indicó el positivo (Mehta y Nautiyal, 2001). Los HCB se cultivaron sobre medio YPD-agar suplementado con L-triptófano, al llenar la caja se añadió reactivo de Salkowski (HClO 35%, $FeCl_3$ 0.5 M), se consideró positivo a la producción de AIA cuando el sobrenadante se tiñó de rojo (Szkop *et al.*, 2012). Para detectar sideróforos se usó el medio CAS-agar considerando positivo un halo amarillo alrededor del micelio del HCB (Schwyn y Neilands, 1987). Por último, se evaluó la producción de enzimas extracelulares como amilasa, celulasa, proteasa, pectinasa, quitinasa, lecitinasa y lipasa sobre medio Castañeda (Castañeda-Agullo, 1956) suplementado con fuentes específicas de carbono: almidón, carboximetilcelulosa, caseína de leche, pectina, quitina coloidal, yema de huevo y mantequilla respectivamente; los positivos se consideraron cuando el sustrato se hidrolizó produciendo un halo claro alrededor del HCB.

Análisis estadísticos. Cada experimento se realizó dos veces bajo un diseño de bloques aleatorizados, con tres replicas por tratamiento, los datos se analizaron en conjunto mediante un análisis de varianza para determinar las diferencias significativas, seguidos por una prueba de Tukey (P≥0.05) para separar las medias en SAS 9.3 (Windows), los análisis fueron realizados una verificados los supuestos de homogeneidad y normalidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aislamientos. Se obtuvieron 127 aislados fúngicos, 15 se identificaron como *Fusarium*, en un estudio previo se seleccionaron las 4 cepas más patogénicas para su identificación molecular. El resto de los aislamientos se consideró como potenciales HCB.

Espectro antagonista. Sólo 9 aislamientos mostraron antagonismo contra las cepas de *Fusarium.* De estas, 8 ejercieron inhibición del crecimiento micelial sin haber contacto entre los micelios, mientras que solo *Tr*CM444 fue capaz de colonizar el micelio de las 4 cepas (Figura 1 y Cuadro 1). En ninguno de los casos se observó viabilidad en el micelio del fitopatógeno después de la interacción. Posterior a la identificación, se corroboró que los aislamientos que mostraron potencial antagónico en las pruebas de cultivo dual correspondían a géneros en los que se ha documentado la expresión de mecanismos de control contra *Fusarium* como la producción de antibióticos, la competencia y el micoparasitismo (Loungo *et al.,* 2005).

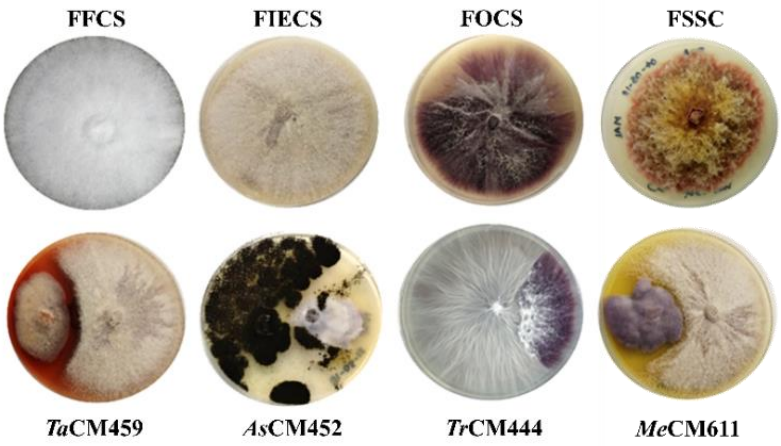


Figura 1. Antagonismo de HCB hacía las cepas de los diferentes complejos de especies de *Fusarium.* La imagen muestra las confrontaciones más representativas del antagonismo expresado por cada HCB. La línea superior muestra el control de las diferentes cepas de *Fusarium*. La línea inferior muestra las confrontaciones, a la izquierda el HCB, a la derecha la cepa de *Fusarium.*

Cuadro 1. Espectro antagónico de HCB frente a cuatro cepas de diferentes complejos de especies de Fusarium.

HCB	FFSC	FIESC	FOSC	FSSC	Mecanismo de Control[α]
Aspergillus sp. (*As*CM452)	+	+	+	+	Antibiosis
Metarhizium sp. (*Me*CM611)	-	-	-	+	Antibiosis
Penicillium sp. (*Pe*CM451)	-	-	-	+	Antibiosis
Penicillium sp. (*Pe*CM456	+	-	+	+	Antibiosis
Penicillium sp. (*Pe*CM461	+	-	+	-	Antibiosis
Talaromyces sp. (*Ta*CM446)	+	-	-	-	Antibiosis
Talaromyces sp. (*Ta*CM458)	+	-	+	+	Antibiosis
Talaromyces sp. (*Ta*CM459)	+	-	-	-	Antibiosis
Trichoderma sp. (*Tr*CM444)	+	+	+	+	Competencia

Cada resultado rerpresenta el consenso de 6 réplicas. [α] Posible mecanismo de acción deducido a partir de la observación de las confrontaciones. **FFSC:** Cepa del complejo *Fusarium fujikuroi*; **FIESC:** Cepa del complejo *Fusarium incarnatum-equisetii*; **FOSC:** Cepa del complejo *Fusarium oxysporum*; **FSSC:** Cepa del complejo *Fusarium sambucinum* species complex strain.

Identificación. El análisis filogenético de la región ITS de los HCB asoció a los aislamientos con los géneros *Aspergillus, Metarhizium, Penicillium, Talaromyces* y *Trichoderma* (Figura 2). El análisis de la secuencia concatenada de ITS-*TEF 1α-RPB2* asoció a los aislamientos de *Fusarium* dentro de los complejos de especies de *F. fujikuroi* (FFSC), *F. incarnatum-equiseti* (FIESC), *F. oxysporum* (FOSC) y *Fusarium sambucinum* (FSSC) (Figura 3). La diversidad de especies de *Fusarium* causantes de fusariosis en maíz corresponde en mayor medida a los complejos de especies de *F. fujikuroi* y *F. oxysporum* (Velarde-Felix *et al,* 2018), sin embargo, en el presente estudio se reporta la presencia de especies del complejo *F. sambucinum* que afectó a estas razas mexicanas de maíz. Así mismo, los géneros de HCB encontrados corresponden con los géneros asociados a maíz reportados por otros autores (Basak y Lee, 2014; Bahattacharya y Raha, 2003).

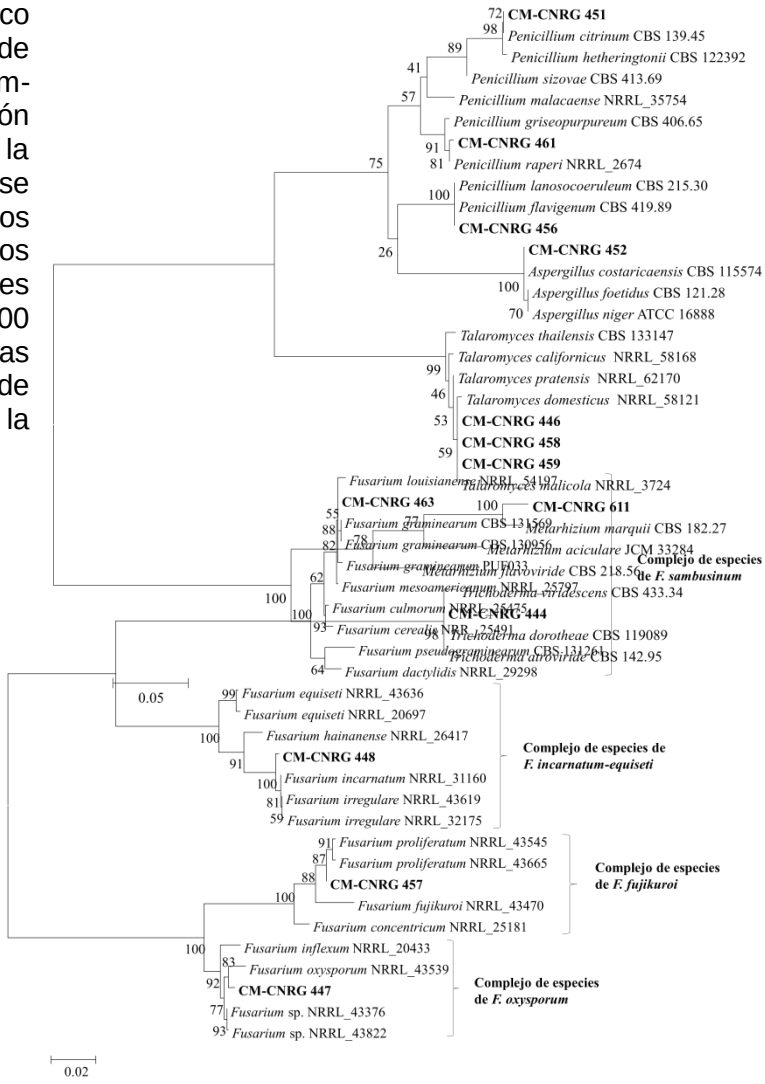


Figura 2. Árbol filogenético generado por el modelo de análisis estadístico máximum-likelihood considerando la región ITS de los HCB. Para la sustitución de nucleótidos se utilizó el método de 2 parámetros de Kimura. Los números sobre los nodos representan los valores Bootstrap con base a 1000 réplicas. La longitud de las ramas es proporcional al número de sustituciones por sitio (ver la escala).

Figura 3. Árbol filogenético generado por el modelo de análisis estadístico máximum-likelihood a partir del concatenado conteniendo las secuencias de los genes ITS-*TEF1α-RPB2* de las cepas de *Fusarium.* Para la sustitución de nucleótidos se utilizó el método de 2 parámetros de Kimura. Los números sobre los nodos representan los valores Bootstrap con base a 1000 réplicas. La longitud de las ramas es proporcional al número de sustituciones por sitio (ver la escala).

Potencial de promoción de crecimiento y perfil enzimático. Se detectó de forma variable la presencia de rasgos como la solubilización de fosfatos y la producción de sideróforos y AIA (Cuadro 2), así como la tolerancia a salinidad y la producción de exoenzimas. No se detectó actividad quitinolítica por parte de ningún HCB. Adicionalmente, *Tr*CM444 fue la única cepa negativa para todos los bioensayos de exoenzimas y *As*CM452 solo fue positiva para la prueba de sideróforos y pectinasas (Cuadro 2). Los perfiles enzimáticos permiten determinar si un microorgnaismo tiene la capacidad de actuar como fitopatógeno o como agente de control biológico (Deketelaere *et al.,* 2017). En este estudio, se determinó que los aislamientos de los géneros *Talaromyces* (*Ta*CM) y (*Pe*CM) en su

mayoría expresaron actividad pectinolítica, lecitinolítica y amilolítica, por lo que podrían actuar como fitopatógenos (se requieren mayores estudios), en tanto que las cepas *Me*CM611 y *Tr*CM444 mostraron perfiles enzimáticos bajos, por lo que probablemente sean inocuos para las razas de maíz de donde fueron aislados.

Cuadro 2. Rasgos de promoción de crecimiento vegetal y perfil enzimático de los HCB asociados a cuatro razas mexicanas de maíz.

Cepa	Rasgos de Promoción de Crecimiento						Perfil Enzimático						
	SP	PI	PS	NaCl (%)			PEC	LEC	AMY	CEL	PRO	LIP	CHI
				3	8	10							
*As*CM452	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
*Me*CM611	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-
*Pe*CM 451	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-
*Pe*CM456	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
*Pe*CM461	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-
*Ta*CM446	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-
*Ta*CM458	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-
*Ta*CM459	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-
*Tr*CM444	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Cada resultado representa el consenso de 6 réplicas. **SP:** solubilización de fosfatos; **PI:** producción de AIA; **PS:** producción de sideróforos; **PEC:** actividad pectinolítica; **LEC:** actividad lecitinolítica; **AMY:** actividad amilolítica; **CHI:** actividad quitinolítica; **CEL:** actividad celuloítica; **PRO:** actividad proteolítica; **LIP:** actividad lipolítica.

CONCLUSIONES

Las especies de *Fusarium* asociadas a las razas mexicanas de maíz se identificaron como pertenecientes a los complejos de especies de: *F. fujikuroi* (FSSC) en la localidad de Tuxtla, *F. incarnatum-equiseti* (FIESC) de Cacahoatán, *F. oxysporum* (FOSC) de Tepatitlán y *F. sambusinum* (FSSC) de Jala. Las especies con potencial y rasgos óptimos para el control biológico de las especies de *Fusarium* utilizadas fueron: *As*CM452 aislada de Tepatitlán, *Me*CM611 de Jala, *Ta*CM459 y *Tr*CM444 de Tuxtla.

REFERENCIAS

Basak, A. B., & Lee, M. W. (2014). Prevalence and transmission of seed-borne fungi of maize grown in a farm of Korea. Mycobiology, 30, 47-50.

Bhattacharya, K., & Raha, S. (2003). Deteriorative changes of maize, groundnut and soybean seeds by fungi in storage. Mycopathologia, 155, 135–141.

Castañeda-Agullo, M. 1956. Studies on the biosynthesis of extracellular proteases by bacteria. I. Serratia marcescens, synthetic and gelatin media. Journal of General Physiology, 39, 369-375

Deketelaere, S, Tyvaert, L, França, S. C., & Höfte, M. (2017). Desirable traits of a good biocontrol agent against Verticillium wilt. Frontiers in Microbiology, 8, 1-23.

Leyva-Madrigal, K. Y., Larralde-Corona, C. P., Apodaca-Sánchez, M. A., Quiroz-Figueroa, F. R., Mexia-Bolaños, P. A., Portillo-Valenzuela, S., Ordaz-Ochoa, J., & Maldonado-Mendoza, I. E. (2015). Fusarium species from the Fusarium fujikuroi species complex involved in mixed infections of maize in Northern Sinaloa, Mexico. Journal of Phytopathology, 163, 486-497.

Luongo, L., Galli, M., Corazza, L., Meekes, E., De Haas, L., Van Der Plas, C. L., & Köhl, J. (2005). Potential of fungal antagonists for biocontrol of Fusarium spp. in wheat and maize through competition in crop debris. Biocontrol Science and Technology, 15, 229–242.

Mehta, S., & Nautiyal, C. S. (2001). An efficient method for qualitative screening of phosphate-solubilizing bacteria. Current Microbiology, 43, 51-56.

O'Donnell, K., Sutton, D. A., Rinaldi, M. G., Sarver, B. A. J., Balajee, S. A., Schroers, H. J., Summerbell, R. C., Robert, V. A. R. G., Crous, P. W., Zhang, N., Aoki, T., Jung, K., Park, J., Lee, Y. H., Kang, S., Park, B., & Geiser D. M. (2010). Internet-accessible DNA sequence database for identifying Fusaria from Human and Animal Infections. Journal of Clinical Microbiology, 48, 3708-3710.

Schwyn, B., & Neilands, J. B. (1987). Universal chemical assay for the detection and determination of siderophore. Analytical Biochemistry, 160, 47-56. Can. J. Plant Pathol. 35(3):288-293. https://doi.org/10.1080/07060661.2013.823114

Szkop, M., Sikora, P., & Orzechowski, S. (2012). A novel, simple, and sensitive colorimetric method to determine aromatic amino acid aminotransferase activity using the Salkowski reagent. Folia Microbiologica, 57, 1-4.

Velarde-Félix, S., Valdez-Rubio, N., Zamora-Galván, F., López-Molina, R., Melgoza-Villagómez, C. M., Garzón-Tiznado, J. A. (2018). Identificación molecular de *Fusarium* spp. aislados de maíz en Sinaloa, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 9, 1675-1689.

White, T. J., Burns, T., Lee, S., & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics, p. 315-322. In N. Innis, D. Gelfand, J. Sninsky, and T. White (ed.), PCR protocols: a guide to methods and applications. Academic Press, Inc., New York.

CONSORCIOS NATIVOS DE HONGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES Y *Trichoderma* spp. EN EL CONTROL DE *Meloidogyne incognita*

NATIVE CONSORTIUM OF ARBUSCULAR MYCORRHIZED FUNGI AND *Trichoderma* spp. IN CONTROL OF *Meloidogyne incognita*

Herrera-Parra E[1]., Cristóbal-Alejo J[2]., Ramos-Zapata J[3]., Estébanez-Reyes, M[4]. Rosado-Lugo, R.[2]

[1]INIFAP, CIR-Sureste, C. E. Mocochá, Yucatán. Email: elian.herrera09gmail.com
[2.] Tecnológico Nacional de México, campus Conkal, Yucatán.
[3.] Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuaria.
[4] Universidad Autónoma de Campeche, Departamento de Microbiología Ambiental y Biotecnología.

RESUMEN

Se estableció un bioensayo con plantas de *C. chinense* las cuales se inocularon previamente con HMA y *Trichoderma* spp. y se trasplantaron a macetas con suelo estéril, posteriormente se inocularon con *M. incognita*, se empleó un diseño experimental completamente al azar con ocho tratamientos (HMA, *Trichoderma* spp., HMA + *Trichoderma*, (sin la inoculación de *M. incognita*), HMA + *M. incognita*, *Trichoderma* spp. + *M. incognita*, HMA + *Trichoderma* spp. + *M. incognita*, nematicida oxamil al 24% y un control positivo) y 15 repeticiones por cada tratamiento. Después de 166 días se estimó las variables asociadas a la severidad de la enfermedad, reproducción del nematodo y de crecimiento del cultivo. Las plantas inoculadas con el tratamiento HMA + *M. incognita* disminuyeron el índice de agallamiento en un 47.68% en relación al tratamiento Nematicida oxamil 24% + *M. incognita*. Así mismo los tratamientos HMA + *M. incognita* y HMA + *Trichoderma* spp. + *M. incognita* disminuyeron el número de huevos en un 40.35 y 52.86%, respectivamente, y presentaron la misma capacidad para disminuir el número de hembras hasta en un 32.72%, en relación al nematicida en todos los casos. Los tratamientos de HMA + *M. incognita*, HMA + *Trichoderma* spp. + *M. incognita* y los tratamientos de consorcios que no incluyeron la inoculación del nematodo favorecieron el crecimiento general de la planta y producción de frutos.

ABSTRACT

A bioassay was established with *C. chinense* plants which were previously inoculated with AMF and *Trichoderma* spp. and they were transplanted into pots with sterile soil, later they

were inoculated with *M. incognita*, a completely randomized experimental design with eight treatments (AMF, *Trichoderma* spp., AMF + *Trichoderma*, (without *M. incognita* inoculation), AMF + *M. incognita*, *Trichoderma* spp. + *M. incognita*, AMF + *Trichoderma* spp. + *M. incognita*, 24% oxamyl nematicide and a positive control) and 15 repetitions per each treatment. After 166 days, the variables associated with the severity of the disease, nematode reproduction and crop growth were estimated. The plants inoculated with the AMF + *M incognita* decreased root knot galling index by 47.68% in relation to the nematicide oxamyl 24% + *M. incognita* treatment. Likewise, the AMF + *M. incognita* and AMF + *Trichoderma* spp. + *M. incognita* decreased the number of eggs by 40.35 and 52.86%, respectively, and presented the same ability to reduce the number of females up to 32.72%, in relation to the nematicide in all cases. The AMF + *M. incognita*, AMF + *Trichoderma* spp. + *M. incognita* and the consortium treatments that did not include nematode inoculation favored general plant growth and fruit production.

INTRODUCCIÓN

En la Península de Yucatán el chile habanero es una un cultivo importante porque sus frutos son de uso cotidiano en la cocina regional y a partir de éstos se elaboran diversos productos industriales. Durante 2018 se destinaron 475.94 ha para su cultivo y se registró una producción de 2,166.37 ton (SIAP, 2017). Sin embargo, la incidencia de enfermedades son una limitante para su cultivo y en consecuencia la producción varía en cada ciclo agrícola (Herrera-Parra *et al*., 2011; Berny-Mier y Terán *et al*., 2013). Una de las principales enfermedades es inducida por nematodo agallador *M. incognita*, en chile habanero induce la formación de agallas (hipertrofia e hiperplasia) en la raíz, lo cual bloquea el flujo de agua y nutrimentos del sistema vascular, lo que causa clorosis, caída de flores, frutos, marchitez, reducción de crecimiento y disminución de la producción. Entre las alternativas compatibles con el ambiente se encuentra, el uso demicroorganismos rizosféricos como HMA y hongos del género *Trichoderma*, que reducen significativamente la población de nematodos en diversas especies de interés agrícola (Herrera-Parra *et al*., 2019). El establecimiento de estos microorganismos confiere a las plantas protección, al modificar la composición química de los exudados radicales y al activar mecanismos de defensa (Schouteden *et al*., 2015). Además, promueven su desarrollo al favorecer la translocación de agua y nutrimentos poco móviles en el suelo (Nouri *et al*., 2014). Estos efectos se potencializan cuando se implementan cepas de microorganismos nativas ya que pueden promover su

reproducción e interacción con otros microorganismos, al estar adaptados a las condiciones ambientales de donde fueron extraídos (Affokpon *et al*., 2011).

En el sureste de México son pocos los estudios que contemplan la evaluación de cepas nativas de HMA y *Trichoderma* spp., como agentes de control biológico de fitoparásitos. Por lo tanto, se desconoce el efecto que pueden ejercer en consorcios en el patosistema *C. chinense-M. incognita*. En el presente estudio se planteó como objetivo evaluar consorcios nativos de HMA y *Trichoderma* spp. para reducir la severidad y reproducción de *M. incognita* en *C. chinense*, como estrategia de control biológico del nematodo

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen de los consorcios de HMA y *Trichoderma* spp. Los consorcios de HMA fueron aislados del suelo proveniente de la selva baja tropical caducifolia de Yucatán, pertenecen al Laboratorio de Ecología de la facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán. Las especies de *Trichoderma* se obtuvieron en el estado de Yucatán, de suelo de sitios sin actividad agrícola en los últimos 30 años y pertenecen a la colección de hongos del Laboratorio de Fitopatología del Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán.

Inoculación en semillero de *C. chinense*. Los consorcios de HMA estuvieron conformados por *Funneliformis geosporum*, *Claroideoglomus claroideum* y *Glomus ambisporum.* Las esporas se extrajeron de macetas de propagación (Gerderman y Nicholson, 1963). Posteriormente se esterilizó sustrato mediante arrastre de vapor durante tres días por 1 hora a 100 °C (Herrera-Parra *et al*., 2019). Con el que se llenaron charolas de germinación de 72 cavidades, donde se depositaron 54 esporas por cavidad que integró el consorcio de HMA (18 esporas por cada especie). Enseguida se sembró una semilla de chile habanero cv Calakmul, previamente desinfestada con hipoclorito de sodio al 1% durante dos minutos, seguidos de dos lavados con agua destilada estéril. El consocio de *Trichoderma* estuvo integrados por *T. harzianum*-C1, *T. atroviride*, *T. virens* y *T. harzianum*-C2. Se reactivaron en medio de cultivo PDA. Posteriormente se prepararon concentraciones de 1 x 10^6 esporas mL^{-1} (Cubillos *et al*. 2009), las que se inocularon en semillas de chile habanero al momento de la siembra en charolas que contenía sustrato estéril comercial Sunshine®. Adicionalmente se realizaron tres inoculaciones a los 10, 20 y 30 días después de la germinación. Para obtener plántulas inoculadas con los dos consorcios, primero se

inoculó el consorcio de HMA a las semillas y se dejó transcurrir 30 días para realizar tres inoculaciones con el consorcio de *Trichoderma* spp., a los 31, 36 y 41 días después de la inoculación con los HMA. Las charolas se mantuvieron en invernadero a 28±2°C, con humedad relativa al 64%. Las plántulas obtenidas se regaron de acuerdo con las necesidades hídricas.

Obtención de J_2 de *M. incognita.* Se muestrearon plantaciones comerciales de *C. chinense*, con agallas por *M. incognita*. De raíces agalladas se extrajeron masas de huevos y desinfestaron con hipoclorito de sodio al 1%. Los huevos se incubaron a 25 ± 1 °C hasta la eclosión de los J_2 (Herrera *et al*., 2017).

Evaluación de consorcios de HMA y *Trichoderma* spp. como antagonistas de *M. incognita.* Se esterilizó suelo (Herrera-Parra *et al*., 2019 con el que se llenaron bolsas de 5 kg de capacidad. Previo al trasplante, se realizó un hoyo de tres cm de diámetro y cinco cm de profundidad y se inoculó 1 mL de agua que contenía 1,000 huevos larvados y 300 J_2 de *M. incognita*, enseguida se trasplantó una planta de *C. chinense* de 47 días de edad inoculadas con los consorcios; como se describió previamente. El manejo nutrimental de las plantas consistió en una fertilización con equilibrio químico 2:1:1, aplicada dos veces por semana durante el experimento. Se evaluaron ocho tratamientos: 1) HMA, 2) *Trichoderma* spp, 3) HMA+ *Trichoderma*, (sin la inoculación de *M. incognita*), 4) HMA + *M. incognita*, 5) *Trichoderma* spp. + *M. incognita*, 6) HMA + *Trichoderma* spp.+ *M. incognita*, 7) Nematicida oxamil 24%+ *M. incognita* (en dosis de 1 mL L^{-1} de agua aplicado al suelo al momento del trasplante) y 8) un control + *M. incognita* . Cada tratamiento estuvo constituido por 15 plantas que constituyeron las repeticiones y las unidades experimentales, distribuidas en un diseño experimental completamente al azar en condiciones de invernadero a 28 ± 2 °C, con humedad relativa de 64% e intensidad lumínica de 450 luxes en promedio. Los tratamientos se evaluaron después de 166 días después de la siembra (dds), como variables de control se consideró el índice de agallamiento como severidad del nematodo (Taylor y Sasser, 1983), número de huevos y hembras por g de raíz, como índice de reproducción del nematodo. También, se consideraron: altura de planta, biomasa aérea seca, volumen de raíz y peso total de frutos, como variables de crecimiento. También, se estimó el porcentaje de colonización de HMA en cinco plantas (Phillips y Hayman, 1970) y se realizaron preparaciones permanentes para observarlas en microscopio.

Análisis estadístico de datos. Con los datos se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) y para el caso de los datos relacionados con el índice de agallamiento y colonización por

los HMA, se transformaron mediante la función de arco seno. Se aplicó como comparador de medias el método de Tukey (*P*= 0.05), mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System, versión 9.3 c.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ANDEVA para las variables de control del nematodo mostraron diferencias significativas (P≤0.01). La comparación de medias (Tukey P≤0.05) indicó que las plantas inoculadas con HMA + *M. incognita* presentaron el menor índice de agallamiento y redujeron en un 52.40 y 47.68% los daños inducidos por el nematodo, en relación con al control + *M. incognita* y Nematicida oxamil 24% + *M. incognita*. Estos últimos presentaron igualdad estadística con el tratamiento HMA + *Trichoderma* spp. + *M. incognita* con promedio de índice de agallamiento de 75.50 a 83%. Los tratamientos que no incluyeron la inoculación del nematodo no presentaron agallas o síntomas por el nematodo (Cuadro 1). El tratamiento HMA + *M. incognita* tuvo un efecto superior de control al obtenido con el Nematicida oxamil 24% + *M. incognita*. Las respuestas de control con HMA están asociadas con la modificación de exudados radicales y a la activación de mecanismos de defensa lo que reducen la penetración del nematodo, su establecimiento y su daño (Rich *et al*., 2014). Sin embargo, cuando se incorporan consorcios de microorganismos la capacidad de control de éstos para reducir la severidad puede disminuir, como lo que ocurrió en este trabajo con el tratamiento HMA + *Trichoderma* spp. + *M. incognita*, esta respuesta se ha asociado con la competencia entre microorganismos que integran los consorcios y el nematodo, ya que son microorganismos con requerimiento fisiológicos similares, que compiten por espacios en la raíz y por recursos para su nutrición como compuestos carbonados (Schouteden *et al*., 2015), lo que afecta la efectividad del control. La aplicación del tratamiento HMA + *M. incognita* significó una reducción del número de huevos por g de raíz de 40.35 y de 71.88% en comparación con el tratamiento Nematicida oxamil 24% + *M. incognita* y con el control + *M. incognita*, respectivamente. Con el tratamiento HMA + *Trichoderma* spp. + *M. incognita* y el Nematicida oxamil 24% + *M. incognita* se tuvo el mismo efecto de reducción de huevos en un 52.86% con relación al control + *M. incognita*. Algunos estudios reportan efectos positivos con aplicaciones de *T. harzianum* y *T. viride* contra *M. javanica* en *Cucucmis sativus* y *Solanum lycopersicum,* con reducciones de hasta un 50 a 63% de huevos (Moura *et al*., 2012; Al-Hazmi y TariqJaveed, 2016). Sin embargo, el tratamiento de *Trichoderma* spp +*M. incognita* fue el que menos disminuyó el número de huevos en relación a los tratamientos que incluyeron los consorcios de microorganismos, nematodos y el nematicida

(Cuadro 1). Este efecto se asoció a un posible antagonismo entres cepas de *Trichoderma* (Ortuño *et al*., 2013) que permite que se establezcan solo algunas cepas que integran el consorcio y que no precisamente son las que ejercen el mayor control de la reproducción del nematodo. Los tratamientos HMA+*M. incognita* y HMA + *Trichoderma* spp. +*M. incognita* fueron mejores para reducir el número de hembras por g de raíz en 26.29 y en 32.72% en relación al Nematicida oxamil 24% + *M. incognita* y el control + *M. incognita*, respectivamente. El tratamiento *Trichoderma* spp. + *M. incognita* tuvo la mayor cantidad de hembras sin diferencia con el control + *M. incognita* (Cuadro 1). En otros estudios los mismos HMA y *Trichoderma* spp mostraron eficiencia para reducir la reproducción de *M. incognita* en etapas iniciales de crecimiento de *C. annuum* y *C. chinense* (Herrera-Parra et al., 2017, 2018, 2019), por lo que los resultados en este estudio siguieren el potencial de estos microorganismos nativos para disminuir la severidad y la reproducción del nematodo en etapa de producción de *C. chinense*, en algunos casos, superior al obtenido con el nematicida.

Cuadro 1. Variables de control de *M. incognita* estimadas a los 166 días después de la siembra de chile habanero (*C. chinense*), en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Índice de agallamiento (%)	Número de huevos por g de raíz	Número de hembras por g de raíz
HMA + *M. incognita*	39.50 c	517.40 d	37.00 c
Trichoderma spp. + *M. incognita*	63.60 b	1567.20 b	60.80 a
HMA+ *Trichoderma* spp. + *M. incognita*	78.20 a	759.00 c	39.80 c
HMA	0.00 d	0.00 e	0.00 d
Trichoderma spp.	0.00 d	0.00 e	0.00 d
HMA+ *Trichoderma* spp.	0.00 d	0.00 e	0.00 d
Nematicida oxamil 24% + *M. incognita*	75.50 a b	867.40 c	50.20 b
Control + *M. incognita*	83.00 a	1840.40 a	55.00 a b
DMS	13.38	126.35	8.61
DE	9.58	61.67	4.20

El cuadro muestra promedios. n=15. DMS= diferencia mínima significativa. DE: Desviación estándar. Letras iguales dentro de misma columna son estadísticamente iguales (Tukey, P=0.05).

Los consorcios de microorganismos aplicados favorecieron el crecimiento significativo de las plantas ($P \leq 0.01$). Con la aplicación de los HMA + *Trichoderma* spp, sin la inoculación de *M. incognita*, se obtuvieron plantas con mayor altura (66.80 cm) al igual que con HMA+*M. incognita*, HMA + *Trichoderma* spp + *M. incognita*, HMA y el Nematicida oxamil 24%+ *M. incognita* (Cuadro 2). La repuesta que inducen los HMA y *Trichoderma* spp. para promover el crecimiento de los cultivos se ha reportado en diversos patosistemas como *C. annuum-M. incognita* (Meyer et al., 2001), *Carica papaya-Rotilechulus reniformis* (Herrera-Parra *et*

al., 2014), Curcubita pepo-M. javanica (Sokhandani et al., 2016), *C. chinense-M. incognita* (Herrera-Parra *et al*., 2019) donde estimularon el crecimiento de los cultivos aún con la carga parasitaria del nematodo, con efectos superiores a las plantas testigo y con nematicidas, como se demostró en este estudio. Los tratamientos que no incluyeron la inoculación de los nematodos presentaron mayor biomasa aérea seca y presentaron igualdad estadística solo con el HMA + *M. incognita*, con promedios que oscilaron de 31.12 a 46.01 g. Este efecto ha asociado a que los HMA ponen a disposición de la planta agua, P, Cu, K y Zn (Nouri *et al*., 2014) y en el caso de *Trichoderma* spp., una vez que coloniza la raíz, libera sideróforos que favorecen la asimilación de iones de Ca, Fe_2O_3, MnO_2, Cu y Zn (Aguado-Santacruz *et al*., 2012), lo que se refleja en la mejora de la nutrición de la planta. La menor biomasa aérea seca se obtuvo con el tratamiento *Trichoderma* spp + *M. incognita* (12.76 g) y fue superado por el Nematicida oxamil 24%+ *M. incognita* y el control + *M. incognita* (Cuadro 2). Las raíces de mejor tamaño se estimaron con HMA + *M. incognita* donde se registró peso seco y volumen de raíz de 25.08 g y 91 cm, en su orden. El menor peso seco y volumen de raíz se obtuvo con el tratamiento *Trichoderma* spp.+ *M. incognita* incluso con promedios por debajo a los registrados con el control + *M. incognita* (Cuadro 2). Diversos estudios reportan efecto positivo en el crecimiento de cultivos con la inoculación de consorcios de HMA (Gashua *et al*., 2015). Sin embargo, estos también pueden inducir efectos negativos, e.g. la inoculación *G. intraradices* limitó el crecimiento de plántulas de *C. annuum* cv. Camelot (Douds y Reider, 2003) o bien los efectos pueden ser dependientes de las cepas de HMA que se empleen (Gurumurthy *et al*., 2014). En el caso de *Trichoderma*, una vez que se establece en la rizosfera produce auxinas como ácido indol acético y ácido indol acético 1d; en *Arabidosis* a concentraciones bajas (15-60 nm) favoreció el crecimiento, mientras que a concentraciones altas (120-960 nm) inhibió el crecimiento (Contreras-Cornejo *et al*., 2009), lo cual pudo ocurrir con las especies *Trichoderma* evaluadas en este estudio. También, el balance costo /beneficio de la interacción entre HMA, *Trichoderma* y las plantas, depende de la identidad de los participantes, así, en plantas *Capsicum* spp. se ha observado que la respuesta varía según la especie de HMA, *Trichoderma* y el cultivar (Reyes-Tena *et al*., 2016; Herrera-Parra *et al*., 2017, 2018). Los tratamientos que incluyeron a los consorcios, independientemente de la inoculación del nematodo, fueron los que registraron el mayor peso de frutos y osciló entre 125.14 a 234.43 g en promedio, y su efecto fue igual al tratamiento Nematicida oxamil 24% + *M. incognita* con el que se obtuvo 126.37 g en promedio por planta. El menor peso de frutos se registró con las plantas del

tratamiento control + *M. incognita* (Cuadro 2). En cuanto a la colonización de esporas e hifas, solo se observaron en los tratamientos inoculados con los HMA, con promedios de colonización en el primer caso de 3.84 a 17.84% y en el segundo caso de 2 a 8%. En el resto de los tratamientos no se tuvo colonización micorrízica. Los porcentajes de colonización obtenidos fueron bajos en relación a los reportados en otros estudios con C*apsicum* spp. Lo que sugiere que porcentajes altos de colonización no siempre significa mayor funcionalidad y beneficio para la planta, lo cual se ha observado en otros estudios donde los porcentajes de colonización oscilaron de 2.4 a 13%, con efectos positivos en el crecimiento y producción de frutos (Gurumurthy *et al*., 2014).

Cuadro 2. Variables de crecimiento estimadas a los 166 días después de la siembra de chile habanero (*C. chinense*), en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Biomasa aérea seca (g)	Peso seco de raíz (g)	Volumen de raíz (cm^2)	Peso de frutos (g)
HMA + *M. incognita*	64.95 ab	31.13 a	25.08 a	91.00 a	132.77 ab
Trichoderma spp. + *M. incognita*	51.80 d	12.76 d	5.06 c	33.50 c	125.14 ab
HMA *Trichoderma* spp +*M. incognita*	60.20 ab	26.75 bc	12.90 b	64.50 b	164.83 ab
HMA	65.40 ab	46.01 a	15.40 b	63.00 b	234.43 a
Trichoderma spp.	58.80 bc	45.75 a	25.08 b	72.00 ab	193.23 a
HMA+ *Trichoderma* spp.	66.80 a	44.30 a	16.00 b	54.50 b	208.45 a
Nematicida oxamil 24% + *M. incognita*	60.10 ab	27.45 bc	14.70 b	62.50 b	126.37 a
Control + *M. incognita*	52.50 cd	26.75 bc	13.78 b	54.50 b	71.92 b
DMS	6.82	10.55	13.52	19.18	112.52
DE	4.89	7.55	1.71	13.73	12.22

El cuadro muestra promedios. n=15. DMS= diferencia mínima significativa. DE: Desviación estándar. Letras iguales dentro de misma columna son estadísticamente iguales (Tukey, P=0.05).

CONCLUSIONES

Los tratamientos que incluyeron a los HMA + *M. incognita*, HMA + *Trichoderma* spp. +*M. incognita* disminuyeron el índice de agallamiento y la reproducción del nematodo y en algunos casos con efectos superiores al tratamiento Nematicida oxamil 24%+ *M. incognita*. Los consorcios que no incluyeron la inoculación del nematodo y los tratamientos de HMA + *M. incognita*, HMA + *Trichoderma* spp + *M. incognita* favorecieron el crecimiento y producción de frutos de *C. chinense*.

REFERENCIAS

Affokpon, A., Coyne, L. D., Dossou, A. R., Lawouin, L. Coosemans, J. 2011. Biocontrol potential of native *Trichoderma* isolates against root-knot nematodes in West African vegetable production systems. Soil Biology and Biochemistry. 43 (3): 600-608.

Al-Hazmi, A.S., and M. TariqJaveed. 2016. Effects of diferents inoculum densities of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* against *Meloidogyne javanica* on tomato. Saudi Journal of Biological Sciences. 23: 288-292.

Berny-Mier y Teran, J. C., Abdala-Roberts. L., Duran-Yáñez, A., Tut-Pech. F. 2013. Varation in insect pest and virus resistence among habanero peppers (*Capsicum chinense* Jacq.) en Yucatan, Mexico. Agrociencia. 47: 471-882.

Cubillos, H.J., N. Valero, & L. Mejía. (2009). *Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. Flavicarpa Degener). *Agronomía Colombiana* 27: 81-86.

Douds, D. D., and Reider, C. 2003. Inoculation with mycorrhizal fungi increases the yield of green peppers in a high P soil. Biological and Agricultural & Horticulture. 21:1-102.

Gashua, I. B., Abb, A. M., Gwayo, G. A. 2015. Occurrence os arbuscular mycorrhizal fungi in chikki peppers (*Capsicum annuum* L.) grown in sahelian soil. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 4(2): 419-425.

Gurumurthy, B. S., Patil, S. V., Vidyavanthi, K. B.,Lokesh, M. S., Shankrappa, T. H. and Bellakki, M. A. 2014. Performance of local isolates of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi on growth and yield of chili (*Capsicum annuum* L.) grown in black clayey soil. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 9 (3): 404-408.

Gerdeman, J., and Nicholson, T. 1963. Spores of mycorrhizal endogene species extracted from soil gy wet sieving and decanting. Transactions of the British Mycologycal Society. 46: 235-244

Herrera, P.E., A.J. Cristóbal, J.M. Tun, J.A. Góngora, & B.T. Lomas. 2011. Nematofauna nociva (*Meloidogyne* spp.) en cultivos hortícolas tropicales: Distribución y perspectivas de manejo en Yucatán. En: Rojas, R.H., y A.M. Gamboa, (eds). pp. 125-136. Recursos genéticos microbianos de la zona golfo sur–sureste de México. SUBNARGEN. México. Morevalladolid S de R. L. de C. V. 151p.

Herrera-Parra, E., Lozano-Contreras, M., Santamaría-Basulto, F. Cristóbal-Alejo, J, Cabrera-Hidalgo, A. J. y Mendoza-Marbán, N. 2014. Inoculantes micorrícicos para el control de *Rotylenchulus reniformis* (Tylenchida:Hoplolaimidae) en Carica papaya cv. Maradol. Nematropica. 44:218-227.

Herrera-Parra, E., Ramos-Zapata, J. J; Cristóbal-Alejo, J., Tun-Suarez, J., Reyes-Ramírez, A. 2018. Species of *Trichoderma* antaginistic to the knot nematode *Meloidogyne incognita* in habanero pepper. Python. 87: 7-13.

Herrera-Parra, E., Ramos-Zapata, J. Parra-Tabla, V., Hernández-Cuevas, L., J; Cristóbal-Alejo, J. 2019. Effect of native arbuscular mycorrhizal fungi on the initial growth of chili pepper *Capsicum* spp. and its potencial to reduce the reproduction of *Meloidogyne incognita*. ICOM 10. International Conference of mycorriza, mycorrhizae for a sustainable world held. International Congress center of Yucatán, Mexico. June 30- July 5.

Moura, M.G., J.F. Bonfin, & de A.F.J. Viera. 2012. *Trichoderma harzianum* reduces population of *Meloidogyne incognita* in cucumber plants under greenhouse conditions. *Journal of Entomology and Nematolology* 46: 54-57.

Martínez, M. A., Roldan, A., & Pascual, J. A. 2011. Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* under convetional and low fertilization fiel condition in melon crops: Growth response and *Fusarium* wilt biocontrol. *Applied Soil Ecology*, *47,* 98-105.

McGonigle, T. P., Miller, M. H., Evans, D. G., Fairchild, G. L., Swan, J. A. 1990. A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular–arbuscular mycorrhizal. New Phytol. 115:495-501.

Nouri, E., Breuillin, S. F., Feller, U., Reinhardt, D. 2014. Phosphorus and nitrogen regulate arbuscular mycorrhizal symbiosis in *Petunia hybrida*. Plos One. 10 (4).

Ortuño, N., Miranda, C., Claros, M. 2013. Selección de cepas de *Trichoderma* spp. generadoras de metabolitos secundarios de interés para su uso como productoras de crecimiento en plantas cultivadas. Journal of the Selva Andina Research Society. 1 (1): 16-20.

Phillips, G. M., and Hayman, D. S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions British Mycological Society. 55:158-161.

Rich, K. M., Schorderet, M. and Reinhard, D. 2014. The role of cell wall compartment in mutualistic symbioses of plants. Frontiers in Plant Science. 5: 1-15.

SIAP. Servicio de información agroalimentaria y pesca. 2017. Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México. http://www.siap.gob.mx/.

Schouteden, N., De Waele, D., Panis, B., Vos, C. M. 2015. Arbuscular mycorrhizal fungi for the biocontrol of plant-parasitic nematodes: A review of the mechanisms involved. Frontiers in Microbiology. 6: 1-12.

Taylor, A., & Sasser, J.N. (1983). Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz (especies de *Meloidogyne*). p. 89-95. Proyecto Internacional de *Meloidogyne*. Departamento de Fitopatología. Universidad del Estado de Carolina del Norte, Raleigh, Carolina del Norte, EE. UU.

CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS EN LIXIVIADOS DE UN BIODIGESTOR DE UN ESTABLO LECHERO EN LA COMARCA LAGUNERA

POLLUTION BY HEAVY METALS IN A DAIRY STABLE WATER IN THE COMARCA LAGUNERA

Valenzuela-García, Ana Alejandra[1*]; Urbina-Martínez, Miguel Ángel[2]; Buendía-García, Alain[2]; Luna-Anguiano, Jesús[2]; González-Betancourt, María de Lourdes[3]

[1*]Universidad Juárez del Estado de Durango - Facultad de Agricultura y Zootecnia. Domicilio Conocido Ejido Venecia, Gómez Palacio, Durango.
[2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Unidad Laguna. Raúl López Sánchez, Valle Verde, 27054 Torreón, Coahuila.
[3]Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 1

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es determinar la concentración de los metales pesados plomo (Pb), zinc (Zn), arsénico (As), cadmio (Cd) y cromo (Cr) en lixiviados generados por un biodigestor de un establo lechero en la Comarca Lagunera. Durante el período del mes de junio del 2018 a octubre del 2019 se tomaron ocho muestras de lixiviado del biodigestor del establo seleccionado en botellas de polietileno tereftalato. Los resultados de la determinación de los metales pesados se compararon con los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996, los cuales indicaron que ningún elemento analizado se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma NOM-001-SEMARNAT-1996, por lo que se recomienda tener un monitoreo constante y realización de análisis de laboratorio acordes a las Normas Oficiales Mexicanas para evitar dicha acumulación, ya que los metales pesados constituyen un serio problema ambiental debido a su toxicidad y a sus repercusiones fisiológicas tanto en los seres humanos como en animales.

ABSTRACT

The aim of this work was to determine the concentration of heavy metals lead (Pb), zinc (Zn), arsenic (As), cadmium (Cd), and chrome (Cr) in leached obtained from a barn biodigester in the Comarca Lagunera. During the period of June 2018 and October 2019 eight samples of the leached of the selected barn biodigester were taken in plastic bottles of polyethylene terephthalate. The results were compared with the stablished limits in the Official Mexican Standard NOM-001-SEMARNAT-1996. The results showed that no element analyzed is within the limits established by the standard NOM-001-SEMARNAT-1996; therefore, it is recommended to have constant monitoring and laboratory analysis in accordance with the Official Mexican Standards to avoid the accumulation, being that heavy metals constitute an environmental problem due to their toxicity and their physiological repercussions in both humans and animals.

INTRODUCCIÓN

El incremento constante de los residuos orgánicos generados en los establos por el ganado vacuno en la Comarca Lagunera ha propiciado la búsqueda de métodos efectivos y seguros para poder reutilizar estos desechos y disminuir considerablemente el impacto ambiental que provocan. Una alternativa para la reutilización de estos residuos orgánicos, es su uso en biodigestores, ya que previamente se han reportado los beneficios de la aplicabilidad de la digestión anaerobia para la producción de energía (Salminen y Rintala, 2002), de esta manera, no solo se produce energía de manera natural, sino que se contribuye a la disminución de la contaminación en esta zona geográfica y además se genera un lixiviado con contenido de materia orgánica que puede ser utilizado posteriormente como fertilizante. Sin embargo, se reporta una tendencia creciente en las concentraciones de metales en los suelos en lugares donde se han venido utilizando este tipo de lixiviados para el riego agrícola (Prieto *et al.,* 2009), lo que puede representar un riesgo de contaminación para el ganado que consume el alimento producido en este suelo debido a la alta concentración de metales pesados.

Los elementos químicos que presentan una densidad alta pertenecen al grupo de los metales pesados. Son en general tóxicos para los seres humanos y entre los más susceptibles de presentarse en el agua destacamos mercurio, níquel, cobre, plomo y cromo. Debido a sus características, los metales pesados contribuyen fuertemente a la contaminación ambiental. Esta contaminación puede presentarse en el suelo o incluso en el agua. Los metales pesados se han convertido en un tema actual tanto en el campo ambiental como en el de salud pública. Los daños que causan son tan severos y en ocasiones tan ausentes de síntomas, que las autoridades ambientales y de salud de todo el mundo ponen mucha atención en minimizar la exposición de la población a estos elementos tóxicos (Valdés y Cabrera,1999). Es por lo anterior, que en el presente trabajo se determinó la concentración de metales pesados (arsénico (As), cadmio (Cd), zinc (Zn), plomo (Pb) y cromo (Cr)) así como magnesio (Mg), sodio (Na), calcio (Ca), carbonatos (CO_3), bicarbonatos (HCO_3), sulfatos (SO_4) y cloro (Cl) en el lixiviado generado por un biodigestor.

MATERIALES Y MÉTODOS

CARACTERIZACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

El experimento se llevó a cabo en un establo del municipio de Francisco I. Madero, Coahuila en la Comarca Lagunera. El clima, según la clasificación de Köppen, es en la mayor parte del año semiseco, con una temperatura máxima de 41º C y una mínima de 9º C. Los vientos dominantes en esta región son densos y calientes. La temperatura media es de 18º C. La precipitación pluvial es de 263.1 mm. El régimen de lluvias comprende los meses de julio a septiembre, con heladas en el mes de enero.

MUESTREO

El muestreo se realizó durante el período del mes de junio del 2018 a octubre del 2019. Se tomaron ocho muestras de lixiviado del biodigestor recolectadas en botellas de polietileno tereftalato, posteriormente, los envases fueron etiquetados y conservados.

ANÁLISIS

Los análisis de se llevaron a cabo en el Laboratorio de Suelos ubicado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, en el municipio de Torreón, Coahuila, México.

Para la determinación de los metales pesados se utilizó el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica, propuesto por Robert Bunsen y Robert Kirchhoff (Edidiong, 2011), y para la determinación de As se utilizó un kit de método colorimétrico (MQuant™). Posteriormente, los resultados de la determinación de los metales pesados se compararon con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 (SEMARNAT, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores más altos obtenidos de plomo (Pb) 27.31 mg/l, zinc (Zn) 21.25 mg/l, arsénico (ASs) 0.22 mg/l y cromo (Cr) 11.15 mg/l fueron los correspondientes a la muestra 6. Para el caso del cadmio (Cd), el valor más alto obtenido fue el de la muestra 3 con 0.58 mg/l. De acuerdo con Hettiarchchi y Pierzynski (2002), en los suelos contaminados con Pb se suele encontrar también Cd y Zn por analogía entre sus propiedades y características metálicas. Los valores más bajos obtenidos fueron los siguientes: para Pb, 17.56 mg/l en la muestra 3, para Zn y Cd fue la muestra 1 con 16.37 mg/l y 0.15 mg/l, respectivamente; en el caso del As, fue la muestra 4 con un valor de 0.13 mg/l y para Cr fue la muestra 7 con 0.62 mg/l. Malla *et al.,* (2007) mencionan que la contaminación metálica se puede incrementar más allá del límite permitido cuando se utilizan aguas residuales para la irrigación a largo plazo para las cosechas vegetales.

Tabla 1. Valores de metales pesados obtenidos del agua muestreada de un establo en la Comarca Lagunera.

	Pb	**Zn**	**As**	**Cd**	**Cr**
Muestras			Unidades de medida (mg/l)		
1	24.24	16.37	0.16	0.15	4.51
2	25.23	16.40	0.16	0.50	6.18
3	17.56	18.57	0.14	0.58	5.22
4	26.73	18.24	0.13	0.36	6.03
5	24.26	17.34	0.20	0.30	8.37
6	27.31	21.25	0.22	0.50	11.15
7	23.22	18.05	0.14	0.35	0.58
8	24.25	18.26	0.16	0.29	0.62

Como podemos observar, todas las muestras reportaron valores muy por encima de lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 (Tabla 2), esto puede deberse al reciclado de los residuos orgánicos, ya que, de acuerdo con Lucho *et al.,* (2005 a, b) los metales pesados como el plomo, níquel y cadmio han llegado a acumularse en tejido foliar en hojas de alfalfa y granos de trigo en predios donde se ha regado con aguas residuales; por lo tanto, al ingerir este tipo de alimento, el ganado está consumiendo los metales acumulados y al excretarlos, los metales formarán parte nuevamente del material del biodigestor que dará lugar al lixiviado que se incorporará al suelo como fertilizante, generando así un ciclo de acumulación y contaminación por metales.

Tabla 2. Límites máximos permisibles de metales pesados según la NOM-001-SEMARNAT-1996.

	Límites máximos permisibles Unidades de medida (mg/l)	
Metales	**Uso público**	**Protección de la vida acuática**
Pb	0.2	0.2
Cr	0.5	0.5
As	0.1	0.1
Cd	0.1	0.1
Zn	10	10

Por otro lado, Rodríguez Sánchez (2003) menciona que se ha comprobado que la leche de bovinos que pastorean e ingieren agua a las orillas de lagos y ríos contaminados con desechos industriales y aguas negras contienen metales pesados como plomo, cadmio, mercurio y zinc; en estos estudios se ha encontrado que la concentración de metales pesados ingeridos por las vacas tiene influencia sobre las concentraciones de dichos elementos en la leche. En adición, Rodríguez *et al.,* (2005) determinaron el contenido de plomo, cadmio, cobre y zinc en 120 muestras de leche cruda pertenecientes a cinco establos de Nuevo León, México, dentro de los resultados obtenidos encontraron que en todos los establos evaluados se detectó la presencia de plomo, cadmio, cobre y zinc; además, la concentración para plomo y cadmio superó los niveles máximos permisibles establecidos por normas internacionales para leche cruda de bovino. Debido a lo anterior, se debe considerar el monitoreo del contenido de metales pesados tanto de la dieta como del producto lácteo del ganado para asegurar el bienestar del consumidor.

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados mencionados se puede concluir que reciclar excretas de los animales para generar lixiviados a partir de un biodigestor (los cuales se utilizarán posteriormente para fertilizar el campo donde se cultiva el alimento del ganado) puede provocar una acumulación de metales pesados en distintos puntos del ciclo de producción, por lo que se recomienda tener un monitoreo constante y realización de análisis de laboratorio acordes a las Normas Oficiales Mexicanas para evitar dicha acumulación, ya

que los metales pesados constituyen un serio problema ambiental debido a su toxicidad y a sus repercusiones fisiológicas tanto en los seres humanos como en animales.

REFERENCIAS

Hettiarchchi, G.M. and Pierzynski, G.M. 2002. In situ stabilization of soil lead using phosphorus and manganeso oxide: Influence of plant growth. Journal Environmental Quality, 31:564-573.

Lucho, C.A., Álvarez, M., Beltrán, R.I., Prieto, F. and Poggi, H. 2005a. A multivariate analysis of the accumulation and fractionation of major and trace elements in agricultural soils in Hidalgo State, Mexico irrigated with raw wastewater. Environmental International, On Line: 0160-4120-D 2004 doi:10.1016/j.envint.2004.08.002.

Lucho, C.A., Prieto, F., Del Razo, L.M., Rodríguez, R. and Poggi, H. (2005b). Chemical fractionation of boron and heavy metals in soils irrigated with wastewater in central Mexico. Agriculture, Ecosystems and Environment, 108:57–71.Prieto Méndez, J., González Ramírez, C., & Román Gutiérrez, A. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 29-44.

Malla. R., Tanaka, Y. and Mori, K.L. 2007. Shortterm effect of Sewage Irrigation on Chemical Build Up in Soils and Vegetables. The Agricultural Engineering International: The CIGR Ejoural. Manuscript LW 07 006 Vol. IX,

August, 2007.Salminen, E., y Rintala, J. (2002). Anaerobic digestion of organic solid poultry slaughterhouse waste–a review. Bioresource Technology, 83, 13-26.

Rodríguez Fuentes, H., Sánchez Alejo, E., Rodríguez Sánchez, M., Vidales Contreras, J.A., Acuña Askar, K., Gustavo Martínez, T. y Rodríguez Ortíz, J.C. 2005. Metales pesados en leche cruda de bovino. RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición, [S.l.], v. 6, n. 4, dec. ISSN 1870-0160.

Rodríguez Sánchez, M. 2003. Determinación de presencia y concentración de metales pesados en leche bronca. Tesis. Ingeniero en industrias Alimentarias. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 86p.

SSA (Secretaría de Salud). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. (2020). Disponible en línea: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html (Consultado el 14 de agosto de 2020).

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Disponible en línea: http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/ Ciga/agenda/DOFsr/60197.pdf (Consultado el 14 de agosto de 2020).

Valdés, F. y Cabrera, M. 1999. La contaminación por metales pesados en Torreón, Coahuila, México. Texas center for policy studies y CILADHAC. Primera edición. p.p. 1-46.

CUANTIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE DE VASOS EN LA MADERA TEMPRANA Y TARDÍA DE *Quercus canbyi Trel.*

QUANTIFICATION OF VESSELS SURFACE IN EARLYWOOD AND LATEWOOD OF *Quercus canbyi Trel.*

***Constante-García, Vicenta[1], José Villanueva-Díaz[1], Julián Cerano-Paredes[1], Erika Nava-Reyna[1] y Aldo Rafael Martínez-Sifuentes[1]**

[1]INIFAP, CENID-RASPA Km 6.5 Margen Derecha del Canal Sacramento C.P. 35140 Gómez Palacio, Durango.

***Email: constante.garcia@inifap.gob.mx**

RESUMEN

Se cuantificó la superficie de vasos en la madera temprana y tardía de *Quercus canbyi* Trel. con el objetivo de generar conocimiento sobre la dinámica de conducción hídrica a lo largo del año. Los crecimientos presentes en incremento radiales se dataron al año de su formación mediante técnicas dendrocronológicas convencionales; posteriormente, los anillos de crecimiento se cortaron y obtuvieron imágenes, que luego se integraron en una imagen única con el fin de eliminar el ruido óptico y disponer de medidas reales de los anillos de crecimiento. La medición se realizó en 18 anillos consecutivos datados al año de su formación; en los cuales, se determinó la superficie del vaso, tanto para las bandas de crecimiento de madera temprana como tardía. Los resultados del estudio, indican que la mayor conducción de agua se realiza en los vasos presentes en la madera temprana, los cuales constituyen hasta 80 % de la superficie total del anillo, que presentó un promedio de superficie de 63,649 μm^2. En contraste, en la madera tardía se distribuyó el 17 % de los vasos, con una superficie promedio de 13,340 μm^2. A pesar de que la conducción de agua se realiza en alta proporción en los vasos presentes en la madera temprana, la mayor dispersión de vasos en la madera tardía, siendo un indicativo de que estos son los responsables de la conducción hídrica en gran parte del año; por lo que ambos son importantes para la sobrevivencia de la especie.

ABSTRACT

The amount of vessels present in earlywood and latewood bands of the annual rings of *Quercus canbyi* Trel was analyzed with the objective to determine its functionality in water conduction along the year. Ring growths present in radial increments were obtained from oak specimens and dated to their year of formation by using dendrochronological techniques; later on, each

individual ring was sliced and images were obtained and integrated into a sole image to get rid off of optical noise and to produce real ring-width measurements. Quantification of vessels in earlywood and latewood was done in 18 consecutive exactly dated rings. The vessel in the earlywood bands represent 80% of the total amount present in the ring growth with an average surface area of 63,649 μm^2, where most of conducted water takes place. In contrast, the latewood bands had 17% of the vessels with an average surface area of 13,340 μm^2. Notwithstanding that water conduction mostly takes place in earlywood vessels, the greater vessels dispersion in latewood suggests that they are responsible for water conductivity in great part of the year; however, vessels present in both bands are important for the species survival.

INTRODUCCIÓN

Las plantas son el producto de una adaptación continua que se ha dado a lo largo de la existencia del planeta, obedeciendo a factores ambientales cuya variación provoca cambios anatómicos, siendo esta la forma principal de evolución de las mismas. Una de las más importantes adaptaciones de las plantas terrestres ha sido el sistema vascular, que consiste en un sistema de conducción de agua, el cual se encarga de transportar materiales entre las raíces y tallos (Willis y McElwain, 2002). Sin embargo, las modificaciones de las plantas vasculares no sólo han consistido en las funciones de transporte de agua y soporte, sino no que también, en la forma y estructura de las células, mostrando un cambio evolutivo desde el xilema de las gimnospermas, compuesta únicamente de traqueidas con diámetros menores a 30 µm, hasta el xilema de las angiospermas que presenta lúmenes entre 100-200 µm, las cuales proporcionan una mayor conducción de agua; ésta característica permite una alta capacidad fotosintética, que se traduce en un mayor potencial vegetativo y reproductor; de esta manera, se explica el éxito que las angiospermas han tenido en dominar diversos ecosistemas en el planeta (Brodrib *et al.,* 2005). Una de las angiospermas de mayor importancia es el encino o roble, con amplia distribución a nivel mundial, pero que actualmente muestra altas tasas de mortandad, fenómeno conocido como “declinación del roble”; el cual se atribuye a fenómenos climáticos extremos, particularmente sequías, que causan un debilitamiento de las poblaciones de encino en su fase inicial, lo que da entrada a patógenos que ocasionan su muerte posterior (Gottschalk y Wargo, 1996).

México no ha sido excluido de dicho fenómeno, dado que existen reportes en los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco y Nayarit, sobre eventos de debilitamiento y

mortalidad del encino (Alvarado-Rosales *et al.,* 2007; Tainter *et al.,* 1997). Lo anterior es preocupante, dado que el encino en México constituye un género de gran importancia económica en términos de producción maderera y de productos secundarios como carbón vegetal. Estadísticas de producción forestal señalan que en el período 1990 – 2017 se tuvo una producción de este género de 17 millones de $m^{3,}$ en rollo, representando 8.9 % de la producción total de madera en el país, siendo ésta la segunda producción maderera después del pino (SEMARNAT, 2019). No obstante, a pesar de esta importancia maderera, se han generado pocos estudios en México relacionados con un entendimiento de los componentes anatómicos, su capacidad de conducción hídrica, la tolerancia a la sequía que depende de la eficiencia del sistema hidráulico y cuyo entendimiento se encuentra relacionado con el tamaño de los vasos dentro del xilema (Comstock y Sperry, 2000). Así mismo, diversos estudios indican que el tamaño de los vasos ejerce una influencia directa sobre la función y rendimiento de las plantas, dado que la conductividad hidráulica aumenta de acuerdo a su tamaño, y a la vez el árbol es más susceptible a sufrir embolia cuando sus vasos son de considerable tamaño (Tyree y Ewers, 1991). En este contexto, el presente trabajo se planteó como objetivo generar información de la superficie de vaso presente en los anillos de crecimiento y bandas de madera temprana y tardía de *Q. canbyi* en un periodo de 18 años consecutivos, y en función a esto se derivar información de la dinámica potencial del agua en la planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

La colecta de núcleos de crecimiento se realizó en el estado de Nuevo León, específicamente en los municipios de Galeana e Iturbide. Este sitio se localizó en una comunidad de pino-encino de la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, Sub-Provincia Gran Sierra Plegada. La geología corresponde a rocas sedimentarias surgidas el cretácico superior (Rzedowski, 1978). De acuerdo con el sistema climático de Köppen modificado para la República Mexicana por García en (1973), el clima en esta región se clasifica como semi-seco y semi-cálido, con lluvias de verano, con un porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2%. La precipitación media anual es de 629 mm, con una temperatura promedio anual de 17°C.

Muestreo en campo y preparación de muestras

La obtención de muestras en campo y la preparación de las mismas se llevó a cabo utilizando técnicas ampliamente descritas (Villanueva-Díaz k., 2009; Natalini y Alejano, 2017). La determinación del ancho de anillo total y las bandas interanuales fue definido de acuerdo a estudios anatómicos previos en encinos (Pérez-Olvera *et al.,* 1998;Pérez-Olvera y Dávalos-Sotelo, 2008). De la misma forma se analizaron estudios de análisis de vasos desde el punto de vista dendrocronológico (González y Eckstein, 2003;Gričar *et al.,* 2013). La medición de los anillos de crecimiento dentro de la etapa de pre-datados se llevó a cabo utilizando el programa Measure J2X para Windows. La calidad del datado final se verificó a través del programa COFECHA (Holmes, 1983). La finalidad de generar un datado de cada anillo consistió en dar la certeza de la formación de los últimos años y finalmente escoger una muestra representativa a través de la cual se realizaron mediciones de la superficie de vaso.

Realización de cortes anatómicos

Se utilizó un micrótomo para realizar los cortes con un grosor de 20 µm de ancho, los tintes vegetales que se utilizaron fue la safranina y astral blue al 1% con la finalidad de incrementar el contraste en el análisis de imagen. Para llevar a cabo este proceso, se cubrió la sección humidificada con safranina y astral blue para distinguir estructuras lignificadas de las no lignificadas. Las muestras finalmente se cubrieron con bálsamo de Canadá y se montó en un cubre objetos para ser secadas en una estufa a 60°C (Gartner y Schweingruber, 2013).

Creación de imágenes compuestas y obtención de mediciones

Una vez obtenido el corte anatómico de las últimas dos décadas, se procedió a tomar una foto-panorama. Para ello, se empleó una cámara digital acoplada a un microscopio eléctrico. El traslape entre la toma de una fotografía y otra fue de 30 %, (von Arx *et al.,* 2016). Posterior a la toma de imágenes, se realizó una integración de las mimas a través del programa PTGui (New House Internet Services B.V., 2017), el cual, implementó un filtro para eliminar la distorsión espacial introducida por el sistema óptico utilizado (microscopio, cámara y objetivo utilizado) (von Arx *et al.,* 2016). Una vez realizado el foto-panorama del corte anatómico, libre de distorsión y datado justo al año de formación se procedió a medir la superficie de los vasos, dentro de cada anillo de crecimiento, midiendo por separado la madera temprana y la madera tardía en el periodo de tiempo de 2005 a 2012. La medición se realizó utilizando el programa ImageJ para Windows (National Intitute of Health, n.d.).

Finalmente, para cada anillo se estimó el porcentaje de la superficie de vasos de la madera temprana y tardía, tomando en cuenta el total de las superficies medidas dentro del mismo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Criterios estadísticos dencronológicos

El datado exacto de los anillos de crecimeitno que muestra el corte anatómico se fundamentó en 16 series de crecimiento, que cubrieron el período 1980 a 2012. Las series presentaron una aceptable sincronicidad (Figura 1) con una intercorrelación entre series de 0.63 cumpliendo en genreal con los parámetros estadísticos mínimos propuestos para análisis de serie temporal en anillos de árboles.(Wigley *et al*. 1984).

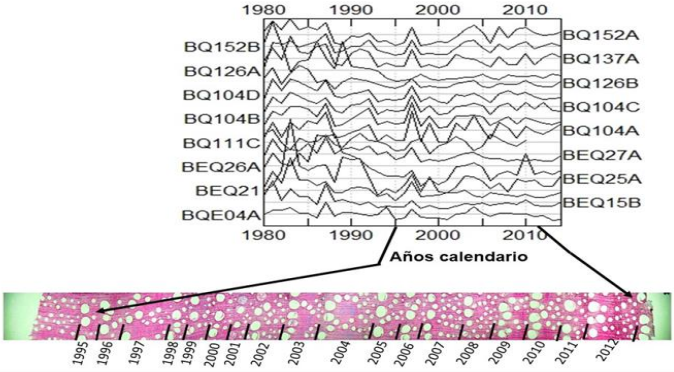


Figura 1. Sustento de muestras dendrocronológicas a lo largo de la imagen compuesta

Superficie de vasos en la madera temprana y tardía

Del total de la superficie de vasos medidos dentro de cada crecimiento anual, la superficie de la madera temprana representa un alto valor de hasta 90 %, en tanto que la madera tardía, entre 15 a 20 %. Sin embargo, a lo largo del foto-panorama (Figura 1) se puede apreciar, que el ancho de la banda de la madera tardía, con vasos más pequeños presenta una mayor proporción dentro del crecimiento anual. Esta estructura en anillos de encino es reportada por algunos autores, en donde la madera temprana generalmente se encuentra compuesta exclusivamente por vasos grandes formando una banda continua (Gonzalez y Eckstein, 2003) presentando cambios marcados entre la madera temprana y tardía (Gričar *et al*., 2013).

Cuadro 1. Porcentaje de madera temprana y tardía en el crecimiento anual de *Q. canbyi*

Año	SVMTm (µm^2)	% SVMTm	SVMTr (µm2)	% SVMTr
1995	75280	90	8812	10
1996	65540	83	13311	17
1997	52769	67	26450	33
1998	63500	87	9260	13
1999	62583	85	10705	15
2000	64907	88	8899	12
2001	68560	90	7353	10
2002	59735	83	12630	17
2003	67568	83	14038	17
2004	65773	78	18592	22
2005	92490	87	13570	13
2006	53556	82	11887	18
2007	54703	80	13522	20
2008	52014	81	12159	19
2009	48996	75	16619	25
2010	76777	81	18592	19
2011	58702	84	11186	16
2012	62224	83	12533	17
Promedio	63649	83	13340	17
Max	92490		26450	
Min	48996		7353	
Desviación	10521		4520	

SVMTm=Superficie de vaso de la madera temprana
SVMTr Superficie de vasos de la madera tardía

El promedio de la superficie de vasos de la madera temprana fue de 63,649±10,521 µm^2 y para la madera tardía fue de 13,340±4520 µm^2 (Cuadro 1). Trabajos dendrocronológicos aplicados en la medición de vasos y realizada sobre especies de encinos reportan un superficie de vasos en la madera tardía de 40,620 y 40,095 µm^2 (González-González *et al.,* 2014), en tanto que, otros reportan valores entre 56,979- 58,947 µm^2, encontrandose vasos de menor rango dentro de la madera temprana con una superficies de 34,483 a 36,071 µm^2 (Souto, 2015). Valores muy similares a los encontrados en la madera temprana del presente trabajo. En cuento a los vasos de menor superficie encontrados en la porción de madera tardía, varios autores indican que el género *Quercus* presenta vasos de menor tamaño respeto a la madera temprana (Pérez-Olvera *et al.,* 1998;Pérez-Olvera y Dávalos-Sotelo, 2008).

CONCLUSIÓNES

Los resultados muestran que la superficie del total de los vasos de la madera temprana de *Quercus canbyi* Trel. representa en promedio un 83% dentro de cada anillo anual, en tanto que la superficie de los vasos de la madera tardía ostenta una superficie del 17%. Tomando en cuenta estos resultados se recomienda realizar estudios de respuesta climática de esta especie, con la finalidad de entender mejor la dinámica del agua de acuerdo a las estaciones del año.

REFERENCIAS

Alvarado-Rosales, D., Saavedra-Romero, L. De L., Almaraz-Sánchez, A., Tlapal- Bolaños, B., Trejo-Ramírez, O., Davidson, J. M., Kliejunas, J. T., Oak, S., Brien, J. G. O., Orozco-Torres, F., Y Quiroz-Reygadas, D. (2007). *Agentes Asociados Y Su Papel En La Declinación Y Muerte De Encinos (*. *23*, ISSN 1405-2768. Pp 1-21.

Brodrib, TJ, Holbrook N.M Y R.S Hill.2005. Seedling Growth In Conifers And Angiosperms: Impacts Of Contrasting Xylem Structure. Aust J Bot 53: 749-755.

Comstock, J. P., Y Sperry, J. S. (2000). Theoretical Considerations Of Optimal Conduit Length For Water Transport In Vascular Plants. *New Phytologist*, *148*(2), 195–218. Https://Doi.Org/10.1046/J.1469-8137.2000.00763.X

Gartner H., Y F.H. Schweingruber. 2013. Microscopic Preparation Techniques For Plant Stem Analysis. Remagen: Kessel Publishing House.

González-González, B. D., Rozas, V., Y García-González, I. (2014). Earlywood Vessels Of The Sub-Mediterranean Oak Quercus Pyrenaica Have Greater Plasticity And Sensitivity Than Those Of The Temperate Q. Petraea At The Atlantic-Mediterranean Boundary. *Trees - Structure And Function*, *28*(1), 237–252. Https://Doi.Org/10.1007/S00468-013-0945-2

Gonzalez, I. G., Y Eckstein, D. (2003). Climatic Signal Of Earlywood Vessels Of Oak On A Maritime Site. *Tree Physiology*, *23*(7), 497–504. Https://Doi.Org/10.1093/Treephys/23.7.497

Gottschalk, K. W., Y Wargo, P. M. (1996). Oak Decline Around The World. *USDA Interagency Gypsy Moth Research Forum*, 3–13.

Gričar, J., De Luis, M., Hafner, P., Y Levanič, T. (2013). Anatomical Characteristics And Hydrologic Signals In Tree-Rings Of Oaks (Quercus Robur L.). *Trees - Structure And Function*, *27*(6), 1669–1680. Https://Doi.Org/10.1007/S00468-013-0914-9

Holmes, R.L. 1983. Computer-Assited Quality Control In Tree-Ring Dating And Mesurement. Tree-Ring Bulletin 43:69-78.

Natalini, F., & Alejano, R. (2017). *Técnicas Y Herramientas Para La Preparación De Muestras Extraídas De Árboles Para El Análisis Dendrocronológico*. *April 2018*.

National Intitute Of Health, B. (N.D.). *Imagej*. [64-Bit] Java 1.8.0_112. USA. Retrieved August 1, 2020, From Https://Imagej.Nih.Gov/Ij/Index.Html

New House Internet Services B.V. (2017). *Ptgui - Create High Quality Panoramas*. Https://Www.Ptgui.Com/

Pérez-Olvera, C., Campos-Rafael, A., Quintanar-Isaías, A., & Dávalos-Sotelo, R. (1998). Estudio Anatómico De La Madera De Cinco Especies Del Genero Quercus (Fagaceae) Del Estado De Veracruz. *Madera Y Bosques*, *4*(2), 45–65. Https://Doi.Org/10.21829/Myb.1998.421359

Pérez-Olvera, C., & Dávalos-Sotelo, R. (2008). Algunas Características Anatómicas Y Tecnológicas De La Madera De 24 Especies De Quercus (Encinos) De México. *Madera Bosques*, *14*(3), 43–80. Https://Doi.Org/10.21829/Myb.2008.1431206

Rzedowski, J. 1978. Vegetación De México. México: Ed. Limusa. 432 Pp.

Semarnat. Informe De La Situación Del Medio Ambiente En México, Edición 2018. Semarnat. México. 2019. Https://Apps1.Semarnat.Gob.Mx:8443/Dgeia/Informe18/Tema/Pdf/Informe2018GMX_Web.Pdf

Souto, H. . (2015). *Análisis Espacio-Temporal De Los Vasos Primaverales De Quercus Robur L. Y Quercus Pyrenaica Willd.: Respuesta Al Estrés Climático En La Transición Atlántico*

Mediterránea. Tesis Doctoral. Universidad De Santiago De Compostela. Lugo, España. 211p Http://Hdl.Handle.Net/10347/14755.

Tainter, F. H., Resources, F., Brien, J. G. O., Service, U. F., Ave, F., Paul, S., Hernández, A., Ambiente, S. D. M., No, P., Carmen, C. De, Orozco, F., Ambiente, D. M., Naturales, R., No, V., Y Colima, U. De. (1997). *Special Report Phytophthora Cinnamomi As A Cause Of Oak Mortality In The State Of Colima , Mexico*. *84*(4), 394–398.

Tyree, M. T., Y Ewers, F. W. (1991). The Hydraulic Architecture Of Trees And Other Woody Plants. *New Phytologist*. Https://Doi.Org/10.1111/J.1469-8137.1991.Tb00035.X

Villanueva-Díaz, J., Cerano-Paredes, J., Constante-García, V., Montes-González, L. E., Y Vázquez-Selem, L. (2009). *Muestreo Dendrocronológico: Colecta, Preparación Y Procesamiento De Núcleos De Crecimeinto Y Secciones Transversales*. CENID-RASPA. INIFAP.ISBN:978-607-425-141-8. 49 Pag.

Von Arx, G., Crivellaro, A., Prendin, A. L., Cufar, K., Y Carrer, M. (2016). Quantitative Wood Anatomy — Practical Guidelines. *Frontiers In Plant Science*, *7*(781), 1–13. Https://Doi.Org/10.3389/Fpls.2016.00781

Wigley, T. M. L., Briffan, K. R., Y Jones, P. . (1984). On The Average Value Of Correlated Time Series, With Applications In Dendroclimatology And Hydrometeorology. *American Metodolgical Society*, *23*, 2001–2213. Https://Doi.Org/Doi/Pdf/10.1175/1520-0450(1984)023%3C0201:OTAVOC%3E2.0.CO;2

Willis, K.J. Y J.C. Mcelwain. 2002. The Evolution Of Plants. Oxford University Press, Oxford.

EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICO-ORGÁNICA EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L) EN DURANGO

EFFECT OF CHEMICAL-ORGANIC FERTILIZATION ON THE DEVELOPMENT OF THE ONION CROP (*Allium cepa* L) IN DURANGO

Donaji-Sierra Zurita[1], Rigoberto Rosales Serna[1], Saúl Santana Espinoza[1*], Julio César Ríos Saucedo[1], Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1]

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital, Durango, Dgo., México. C. P. 34170. *santana.saul@inifap.gob.mx.

RESUMEN

La fertilización es fundamental en la producción del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) favoreciendo su rendimiento y calidad de los bulbos. El objetivo fue evaluar el efecto del manejo de la fertilización químico-orgánica sobre la productividad de cebolla cultivada en Durango. El estudio se llevó a cabo en instalaciones del INIFAP Valle del Guadiana, se estableció la plantación de bulbos de cebollas provenientes de San Juan del Río, Durango se aplicó dos fuentes de fertilización química (urea y sulfato de amonio) y se complementó mediante dos aplicaciones de fertilizante foliar en la etapa de engrosamiento del bulbo: humus de lombriz, Fertigro Fósforo® y Bayfolan®. Se evaluó altura de la planta, diámetro y peso de los bulbos antes de la aplicación de la fertilización foliar y a la madurez de cosecha (caída de cuello). Se realizó el análisis un diseño completamente aleatorio con cinco repeticiones y la comparación de medias se obtuvo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), empleando el paquete estadístico SAS. De acuerdo a los resultados no se encontró diferencia estadística significativa para las variables evaluadas en la etapa de engrosamiento del bulbo. Los valores promedio fueron: altura de la planta 53.4 cm, diámetro del bulbo 48.3 mm, rendimiento de bulbos de 4,286 kg ha^{-1} y 4,854 kg ha^{-1} para el peso de rabos. La fertilización foliar presentó un efecto significativo ($p \leq 0.01$) en la altura de planta, con valores entre 52.6 y 57.5 cm, sobresaliendo el uso de Bayfolán con sulfato de amonio y humus de lombriz en combinación con urea, el resto de las variables no fueron significativas. Se concluyó que la aplicación de fertilizante químico granulado y foliar (Fertigro P®, Bayfolán®) favorecieron el rendimiento y la calidad de los bulbos de cebolla, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

ABSTRACT

Fertilization is essential in the production of the onion crop (*Allium cepa* L.) favoring its yield and quality of the bulbs. The objective was to evaluate the effect of the management of chemical-organic fertilization on the productivity of onion grown in Durango. The study was performed in INIFAP Valle del Guadiana, the planting of onion bulbs from San Juan del Río was established, Durango applied two sources of chemical fertilization (urea and ammonium sulfate) and was supplemented by two applications of foliar fertilizer in the thickening stage of the bulb: earthworm humus, Fertigro Fósforo® and Bayfolan®. Plant height, diameter and weight of the bulbs were evaluated before the application of foliar fertilization and at harvest maturity (neck drop). The analysis was carried out in a completely randomized design with five replications and the comparison of means was obtained with the Tukey test ($p \leq 0.05$), using the SAS statistical package. According to the results, no significant statistical difference was found for the variables evaluated in the bulb thickening stage. The average values were: plant height 53.4 cm, bulb diameter 48.3 mm, bulb yield of 4,286 kg ha^{-1} and 4,854 kg ha^{-1} for tail weight. Foliar fertilization had a significant effect ($p \leq 0.01$) on plant height, with values between 52.6 and 57.5 cm, the use of Bayfolán with ammonium sulfate and earthworm humus in combination with urea, the rest of the variables not were significant. It was concluded that the application of granular and foliar chemical fertilizer (Fertigro P®, Bayfolán®) favored the performance and quality of the onion bulbs, although no statistically significant differences were found.

INTRODUCCIÓN

Recientemente la demanda mundial de cebolla ha aumentado lo que coloca a esta hortaliza como la segunda de mayor producción en el mundo. Este cultivo es importante para nuestro país no solo económicamente sino también culturalmente. En los últimos años el estado de Durango ha incrementado su producción de cebolla, en 2019 la superficie sembrada fue de 245 ha con un rendimiento promedio de 22.34 ton/ha (SIAP, 2019).

La cebolla (*Allium cepa* L.) tiene la ventaja de ser un cultivo adaptable a una amplia gama de suelos, desde arenosos hasta orgánicos sin embargo se desarrolla en suelos de textura media con pH de 6.0 y 6.5, buen drenaje y buena materia orgánica (Enciso *et al*., 2019).

Para obtener altos rendimientos se requiere de la incorporación de fertilizantes que puedan proveer los nutrientes necesarios para las plantas. La producción agrícola de los últimos años se ha caracterizado por la implementación de sistemas de producción alternativa con la finalidad de reducir el impacto ambiental, uno de ellos es la agricultura orgánica. La

aplicación de fertilizantes orgánicos es una alternativa y puede cumplir con los nutrientes requeridos por las plantas (Torres *et al*., 2016).

Algunos autores han demostrado que la combinación de fertilizantes químicos y orgánicos representan una alternativa para garantizar los requerimientos nutricionales de hortalizas como la cebolla. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la interacción de dos fuentes de fertilización química en combinación con fertilización orgánica en el rendimiento del cultivo de cebolla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Bulbos de cebolla blanca fueron colectados en la localidad de San Juan del Río, Estado de Guerrero. Posteriormente fueron plantados en las instalaciones del Campo Experimental Valle del Guadiana, Durango. Se aplicaron dos fuentes de fertilización nitrogenada (urea y sulfato de amonio), a los 57 días después de la siembra (DDS) se complementó con una primera aplicación de fertilizante foliar en la etapa de engrosamiento del bulbo: humus de lombriz (200 L/ha), Fertigro Fósforo® (5 L/ha) y Bayfolan® (1.1 L/ha) y ocho días después se realizó una segunda aplicación foliar. Se evaluó altura de la planta, diámetro y peso de los bulbos antes de la aplicación de la fertilización foliar y a la madurez de cosecha (caída de cuello). Los análisis se realizaron usando un diseño experimental completamente al azar, las evaluaciones se hicieron por triplicado. Los datos obtenidos de altura de planta, diámetro, peso de bulbo, y peso de rabos se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias empleando la prueba de Tukey con un nivel de significancia $p \leq 0.05$, utilizando el paquete estadístico SAS® ver. 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de altura, diámetro de bulbo, peso de bulbos y peso de rabos correspondientes al primer muestreo con la primera fertilización (química) no mostraron diferencia estadística significativa ($p \geq 0.5$), es decir que la aplicación de urea produce el mismo efecto que el sulfato de amonio durante la etapa de engrosamiento del bulbo (Cuadro 1).

A pesar de no haber diferencias significativas entre los tratamientos, las cebollas fertilizadas inicialmente con urea presentaron la mayor altura y diámetro de bulbo; mientras que aquellas fertilizadas con sulfato de amonio mostraron mayor rendimiento de los bulbos y peso del rabo.

Cuadro 1. Variables evaluadas en la etapa de engrosamiento del bulbo de cebollas con diferentes fuentes de fertilización.

Fertilización	**Altura (cm)**	**Diámetro de Bulbo (mm)**	**Peso de Bulbos (kg/ha)**	**Peso del Rabo (kg/ha)**
[1]Urea	54.6	50.3	4,006	4,442
Sulfato de Amonio	52.1	46.2	4,565	5,266
Promedio	53.4	48.3	4,286	4,854

[1]Urea = (46-00-00); Sulfato de Amonio = (21-00-00, 24 S).

Para las variables correspondientes a la fertilización química, el análisis de varianza no mostró diferencias significativas de los tratamientos para las dosis de urea y sulfato de amonio (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cuadrados medios para variables evaluadas en la etapa de engrosamiento del bulbo de cebollas con diferentes fuentes de fertilización.

FV	**GL**	**Altura de Planta (cm)**	**Diámetro de Bulbo (mm)**	**Peso de Bulbo (kg/ha)**	**Peso de Rabo (kg/ha)**
Tratamiento	1	16.1 $^{N.S.}$	42.8$^{N.S.}$	779470.6$^{N.S}$	1699335.7$^{N.S}$
Error	8	6.4	19.4	404959.1	1193215.1
Promedio		53.3	48.3	4285.6	4854.0
[1]CV (%)		4.7	9.1	14.8	22.5

$^{N.S.}$ = no significativo, [1]CV = coeficiente de variación.

De acuerdo al análisis estadístico la fertilización foliar mostró un efecto significativo sobre la altura de las plantas. Con la fertilización inicial de urea hubo diferencias significativas entre la complementación con Fertigro Fósforo y Humus de Lombriz, siendo este último el

de mayor altura. Respecto al sulfato de amonio la aplicación foliar de Humuz de lombriz y Bayfolán Forte® fueron estadísticamente superiores a la aplicación de Fertigro Fósforo para la variable altura de la planta (Cuadro 3).

Los rendimientos de los bulbos estuvieron en un rango de 22,886 a 29,715 kg ha-1, a pesar de mostrar diferencia significativa la combinación de Urea con Fertigro Fósforo fue el de mayor rendimiento de bulbos. Estos valores fueron inferiores a los reportados por Álvarez *et al*., (2011) con fertilización química (urea) (31,592 ± 9.48 kg ha^{-1}).

La falta de respuesta de los bulbos a las diferentes fuentes de fertilización se puede atribuir a los factores ambientales como la cantidad de horas luz que se requieren para la bulbificación (Enciso *et al*., 2019).

Cuadro 3. Variables evaluadas en la etapa de caída de cuello en cebolla cultivada en diferentes fuentes de fertilización.

Fertilización Inicial	**Complemento**	**Altura Planta (cm)**	**Diámetro de Bulbo (mm)**	**Rendimiento de Bulbos (kg/ha)**	**Rendimiento de Rabos (kg/ha)**
[1]Urea	Humus de Lombriz	57.5 [a]	78.2	23,406	5,248
	Bayfolán Forte®	54.4 [ab]	82.9	23,571	5,673
	Fertigro Fósforo	52.8 [b]	86.1	29,715	7,330
	Promedio	54.9	82.4	25,564	6,084
Sulfato de	Humus de Lombriz	57.2 [a]	82.2	23,349	6,302

Amonio	Bayfolán Forte®	57.3 a	92.3	28,121	6,936
	Fertigro Fósforo	52.6 b	98.4	22,886	5,081
	Promedio	55.7	91.0	24,785	6,106
Promedio General		55.3	86.7	25,175	6,095
	C. V. (%)	5.4	20.7	16.2	19.3

[1]Urea = (46-00-00); Sulfato de Amonio = (21-00-00, 24 S). [2]C. V. = coeficiente de variación.

La aplicación del fertilizante foliar produjo un efecto altamente significativo sobre la altura de las plantas. La interacción de ambos fertilizantes mostró un efecto altamente significativo sobre el rendimiento de rabos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cuadrados medios para variables evaluadas en la etapa de caída de cuello en cebolla cultivada en diferentes fuentes de fertilización.

FV	**GL**	**Altura Planta (cm)**	**Diámetro de Bulbo (mm)**	**Rendimiento de Bulbos (kg/ha)**	**Rendimiento de Rabos (kg/ha)**
Fertilización (F1)	1	5.1$^{N.S.}$	551.3$^{N.S.}$	4541263.9$^{N.S.}$	3885.1$^{N.S.}$
Foliar (F2)	2	**56.1****	369.2$^{N.S.}$	24737171.5$^{N.S.}$	791323.1$^{N.S.}$
F1 x F2	2	8.26$^{N.S.}$	43.3$^{N.S.}$	81902228.3$^{N.S.}$	**9701590.7****
Error	24	9.0	322.8	16613115.0	1377783.5
Promedio		55.3	86.7	25174.6	6095.1
CV (%)		5.4	20.7	16.2	19.3

$^{N.S.}$ = no significativo, *= significativo ($p \leq 0.05$), ** = altamente significativo ($p \leq 0.01$). CV = coeficiente de variación.

CONCLUSIONES

La interacción de fuentes de fertilización químico-orgánica, así como las dosis empleadas no influyeron estadísticamente en las variables respuesta, principalmente en el rendimiento de los bulbos de cebolla provenientes de San Juan del Río, Durango. La aplicación de la fertilización química y foliar (Fertigro P®, Bayfolán®) presentaron los mayores rendimientos y calidad de bulbos, aunque la respuesta fue igual a los otros tratamientos en la etapa de engrosamiento del bulbo. Aun cuando no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, se pudo observar que la combinación de Urea y Fertigro Fósforo presentó el mayor rendimiento de bulbos, mientras que la combinación de Sulfato de amonio con el Fertigro Fósforo fue el de menor rendimiento.

REFERENCIAS

Álvarez Hernández, J. C., Venegas Flores, S., Soto Ayala, C., Chávez Vargas, A., & Zavala Sánchez, L. (2011). Uso de fertilizantes químicos y orgánicos en cebolla (*Allium cepa* L.) en Apatzingán, Michoacán, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, *15*(2), 29-43.

Enciso Gara, C. R., Vera Ojeda, P. A., Santacruz Toledo, A. R. & González Villalba J. D. (2019). Guía técnica Cultivo de Cebolla. San Lorenzo, Paraguay. FCA, UNA.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2020). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. México. Disponible en: https://www.gob.mx/siap/.

Torres Moya, E., Ariza Suárez, D., Baena Aristizabal, C. D., Cortés Gómez, S., Becerra Mutis, L., & Riaño Hernández, C. A. (2016). Efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (*Avena sativa*). *Pastos y forrajes*, *39*(2), 102-110.

ESTIMACION DEL PESO VERDE DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES DE CANDELILLA EN COAHUILA

ESTIMATION OF THE GREEN WEIGHT OF NATURAL REGENERATION IN COMMERCIAL FOREST PLANTATIONS OF CANDELILLA IN COAHUILA

Cano-Pineda, Antonio[1]*, Adrián Hernández-Ramos[1], Jonathan Hernández-Ramos[2], Xavier García-Cuevas[2] y Celestino Flores-López[3].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo Zacatecas Km 342+119 No. 9515, Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. INIFAP-Campo Experimental Chetumal. [3]UAAAN, Dpto. Forestal. *Autor de correspondencia. Correo: cano.antonio@inifap.gob.mx.

RESUMEN

La cera de candelilla es uno de los 10 productos no maderables más importantes de México, sin embargo, el escaso conocimiento que existe sobre el crecimiento y desarrollo de las especies de zonas áridas y semiáridas en México, ha generado un sobre-aprovechamiento de las poblaciones silvestres debido principalmente a la falta de información técnica disponible para la toma de decisiones en su manejo. Por lo anterior, el objetivo fue ajustar un modelo alométrico para estimar el peso verde de la regeneración de *E. antisyphilitica* en una plantación forestal comercial posterior a su aprovechamiento. Se ajustaron cuatro modelos mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios. El modelo seleccionado presentó normalidad, homogeneidad de varianzas e inexistencia de colinealidad entre variables, además, es estadísticamente confiable para estimar el peso verde de la regeneración, por lo que podrá ser una herramienta útil en la elaboración de planes de manejo para el aprovechamiento de candelilla.

ABSTRACT

Candelilla wax is one of the 10 most important non-wood products in Mexico, however, the limited knowledge that exists on the growth and development of species in arid and semi-arid zones in Mexico has led to over-exploitation of populations wild mainly due to the lack of technical information available for decision-making in its management. Therefore, the objective was to fit an allometric model to estimate the green weight of the regeneration of *E. antisyphilitica* in a commercial forest plantation after its use. Four models were fitted using the ordinary least squares method. The normally selected model, homogeneity of variances and non-existence of collinearity between variables, is also statistically reliable to estimate

the green weight of the regeneration, so it can be a useful tool in preparing management plans for the use of candelilla.

INTRODUCCION

La candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) es una planta propia del matorral xerófilo de las zonas áridas del norte México. La cera que se extrae de ella constituye uno de los 10 productos forestales no maderables de mayor importancia económica en México (CONAFOR, 2006); su recolecta constituye una actividad relevante para el sector rural y por lo tanto para las industrias que dependen de la materia prima que se extrae de ella (Instituto de la candelilla, 2018; Canales *et al.,* 2006). El uso de la cera de candelilla es conocido desde los años 1900, sin embargo es a partir de 1936 que la extracción comenzó a generar problemas de tipo socio-económico, comercial, cultural y agronómico (Esquivel, 1979), a partir de un mercado paulatinamente más demandante y al valor que ha cobrado para la industria en los mercados internacionales (Instituto de la candelilla, 2018). Ante el intensivo aprovechamiento de la candelilla, la conservación y recuperación de las poblaciones naturales es un aspecto importante de atender, por lo que las herramientas técnicas aplicadas a los estudios de inventario cobran gran importancia. Un dato muy heterogéneo en los estudios técnicos para el aprovechamiento de candelilla es el del peso verde de la regeneración, pues no existe un método o criterio de evaluación para tal fin; para ello los modelos matemáticos generados a partir de relaciones alométricas son herramientas de aplicación directa para estimar de forma confiable la distribución de biomasa a escala de especies. Estos modelos estiman una variable de difícil medición (peso verde) mediante mediciones que se pueden realizar directamente en inventarios forestales y que representan un bajo costo (diámetro y altura) (Hernández *et al*., 2019, Flores *et al.* 2018, Solano *et al.,* 2014). El objetivo fue ajustar un modelo alométrico para estimar el peso verde de regeneración de *E. antisyphilitica* en una plantación forestal comercial posterior a su aprovechamiento.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

El trabajo se desarrolló en una plantacion forestale comerciales de candelilla (PFCc) establecida en el ejido el Ojito, municipio de Ramos Arizpe, dentro de la región semiárida al sur del estado de Coahuila, misma que forma parte del Desierto Chihuahuense, con una altitud media de 1049 m, bajo un clima seco, semicálido (BWhw), con lluvias escasas todo

el año, un porcentaje de precipitación invernal del 18%, temperatura media anual entre 20° y 22° C y una precipitación media anual que oscila entre 150 y 500 mm (González, 2012).

Toma de datos en campo

A partir de un muestreo sistemático aleatorio, se distribuyeron 30 unidades de muestreo (UM), debidamente georreferenciadas. Las UM establecidas fueron de forma rectangular y con una superficie de 300 m^2; en ellas se realizaron muestreos selectivos de forma destructiva cosechando tallos de candelilla menores a 25 cm de altura, ya que son considerados como regeneración por la NOM-018-RECNAT-1999, 1999. La muestra se conformó de 498 pares de datos de altura y diámetro de individuos distribuidos de tal forma que abarcaran la mayor variabilidad de tamaños; a cada uno de los tallos colectados se les midió su altura total (At, cm) y su diámetro (D, mm), además se les registro su peso verde en gramos con una balanza marca Ohaus con precisión de 0.001 gr.

Análisis estadístico

Previo al ajuste de los modelos, la base de datos se depuro para la detección de los valores atípicos de la muestra, mediante el método grafico de eliminación directa. Para el ajuste se emplearon cuatro modelos seleccionados de la literatura, que presentaron resultados sobresalientes al estimar la biomasa de diversas especies arbóreas y arbustivas (Hernández-Ramos *et al.,* 2017; Villavicencio-Gutiérrez *et al.,* 2018) (Cuadro 1). A partir de la altura total y el diámetro registrado como variables independientes se ajustaron los modelos para estimar peso verde mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios con *PROC MODEL* en SAS 9.3 ® (SAS, 2017). Para la elección del mejor modelo se consideró el mayor valor del coeficiente de determinación ajustado (R^2_{aj}), el menor valor de la raíz del cuadrado medio del error (RCME) y la significancia de sus parámetros; además de corroborar el cumplimiento de los supuestos de regresión. Con el mejor modelo se estimaron los valores predichos del peso verde y se graficaron para observar su ajuste en la dispersión de los datos observados.

Cuadro 1. Modelos alométricos para estimar el peso verde de candelilla en plantaciones forestales comerciales en Coahuila.

Modelo	Estructura del modelo
1	$PV= \beta_0*(D^2At)$
2	$PV= \beta_0*D^{\beta1}*At^{\beta2}$
3	$PV= \beta_0*(D^2At)^{\beta1}$
4	$PV= (D^2*At)/(\beta_1+\beta_2*D)$

PV: peso verde (gr); β_i: parámetros del modelo; D: diámetro; At: altura total.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los gráficos de dispersión indicaron que las variables At y D se encuentran altamente correlacionadas con el PV de candelilla (Figura 1), por ello**,** fueron empleadas para el ajuste de los modelos. En el cuadro 2 se muestran los valores estadísticos de ajuste de los modelos alométricos probados para estimar el PV de la regeneración de candelilla. Se observa que entre los modelos destaca el número 2, presentando una R^2_{aj} superior a 0.95, el RCME más bajo (0.12) y significancia en todos sus parámetros ($p \leq 0.001$); además del cumplimiento de los supuestos de regresión, donde el estadístico de Shapiro-Wilk demuestra la normalidad de los residuales (W=0.92) y el test de Durbin Watson indica la no colinealidad entre variables; adicionalmente la prueba de White indico la homogeneidad de varianza $p \leq 0.001$ (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estadísticos de ajuste de los modelos alométricos para estimar el peso verde de candelilla en plantaciones forestales comerciales en Coahuila.

Modelo	RCME	R^2_{aj}	DW	W	Parámetro	Estimador	Pr > |t|
1	0.1477	0.9444	1.503	0.92	***B0***	0.006929	0.0001
2	0.125	0.9602	1.503	0.92	***B0***	0.011184	0.0001
					B1	1.471981	0.0001
					B2	1.091052	0.0001
3	0.1473	0.9448	1.52	0.92	***B0***	0.007905	0.0001
					B1	0.975491	0.0001
4	0.1314	0.956	1.533	0.9	***B0***	73.06645	0.0001
					B1	18.12298	0.0001

RCME: raíz del cuadrado medio del error; R^2_{aj}: coeficiente de determinación ajustado; DW: estadístico de Durbin Watson; W: estadistico de Shapiro-Wilk; Pr > |t|: significancia de los parámetros del modelo.

Finalmente se encontró que el modelo seleccionado (2) para estimar el PV de la regeneración de candelilla explica el 96% de la variabilidad de los datos de campo, lo que indica una estimación adecuada (Figura 1).

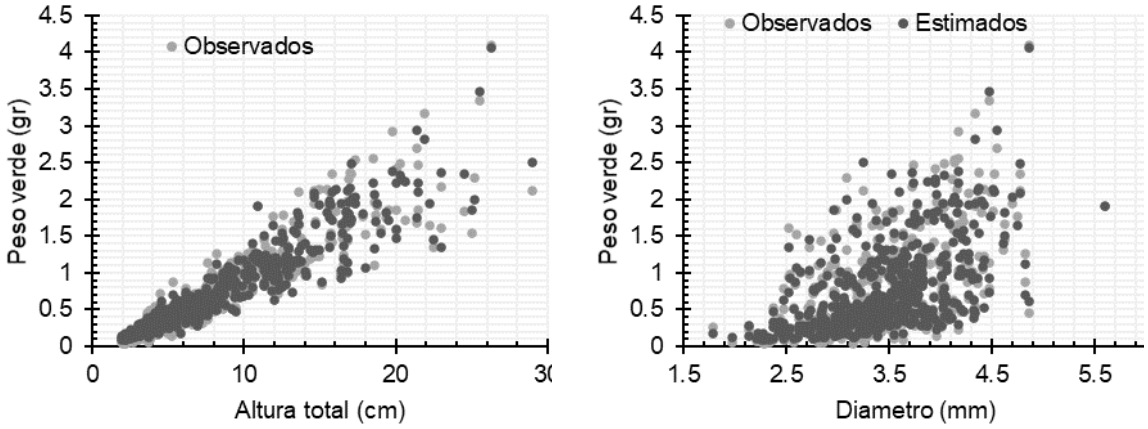


Figura 1. Valores observados y estimados de peso verde (gr) de regeneración de candelilla contra las variables altura total y diámetro.

Por último, el análisis gráfico de los valores predichos y de los observados en el modelo 2 muestra una tendencia recta, con una correlación lineal entre estos de 0.96 lo cual confirma un buen ajuste del modelo seleccionado para estimar el PV de la regeneración de candelilla (Figura 2).

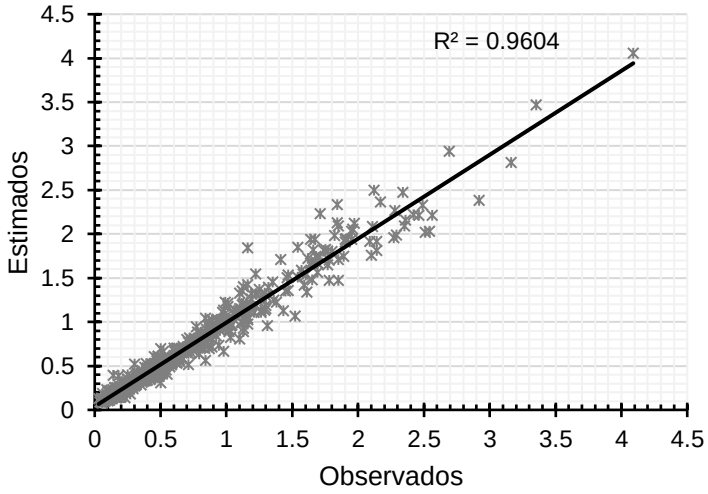


Figura 2. Valores predichos contra observados de peso verde de regeneración de candelilla.

Villavicencio-Gutiérrez *et al.* (2018) encontraron que el diámetro promedio de cobertura, la altura total y su interacción presentaban una relación significativa con la biomasa foliar seca de *Lippia graveolens* Kunth; por otro lado, Hernández *et al*. demostraron que *Euphorbia antisyphilitica* Zucc presenta una relación significativa entre el peso verde y el diámetro medio de cobertura y el diámetro promedio basal. La estructura del modelo seleccionado

para la estimación del peso verde de regeneración en candelilla, es el mismo utilizado con éxito por Villavicencio *et al*. (2018) en la estimación de biomasa foliar seca de orégano en Coahuila con coeficientes de determinación de 81%, y por Hernández *et al*. (2019), quienes lo utilizaron para estimar peso verde en poblaciones naturales de candelilla en Coahuila, logrando coeficientes de determinación de hasta de 92%.

CONCLUSIONES

El modelo 2 presentó el mejor ajuste para estimar el peso verde de la regeneración en *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. Esta herramienta será de gran utilidad para evaluar con mayor precisión el peso verde de regeneración en candelilla, misma que es solicitada en los estudios técnicos justificativos para el aprovechamiento de dicha especie, eliminando el sesgo que hasta hoy existe en esta estimación.

REFERENCIAS

Canales G., E., V. Canales M., y E. M. Zamarrón. 2006. Candelilla, del desierto mexicano hacia el mundo. Biodiversitas 69:1-5.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2006. La Candelilla. http://www.conafor.gob.mx/revista_forestal /vol207

Esquivel W., M. 1979. "Candelilla" (Euphorbia antisyphilitica). Estudio monográfico. Tesina Biólogo. UANL. Facultad de Ciencias Biológicas. Linares, NL. México. 108 p.

Flores, M. F., Vega-Nieva, D. J., Corral-Rivas, J. J., Álvarez-González, J. G., Ruiz-González, A. D., López-Sánchez, C. A., & Carrillo, A. (2018). Desarrollo de ecuaciones alométricas de biomasa para la regeneración de cuatro especies en Durango, México. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 9(46), 157-185. doi:10.29298/rmcf.v9i46.119

González M., F. 2012. Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales -Instituto Nacional de Ecología. 173 p.

Hernández-Ramos, A., Cano-Pineda, A., Flores-López, C., Hernández-Ramos, J., García-Cuevas, X., Martínez-Salvador, M., & Martínez Á., L. (2019). Modelos para estimar biomasa de *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. en seis municipios de Coahuila. Madera y Bosques, 25(2), e2521806. doi: 10.21829/myb.2019.2521806

Hernández-Ramos, J., Santos-Posadas, H. M., Valdez-Lazalde, J. R., Tamarit-Urias, J. C., Ángeles-Pérez, G., Hernández-Ramos, A., Peduzzi, A., & Carrero, O. (2017). Biomasa aérea y factor de expansión en plantaciones forestales comerciales de Eucalyptus urophylla S. T. Blake. Agrociencia, 51(8), 921-938.

Instituto de la Candelilla. 2018. Aplicaciones. http://www.candelilla.org/?page_id=536&lang=es. Consultado en junio de 2018.

Norma Oficial Mexicana NOM-018-RECNAT-1999, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas y administrativas para realizar el aprovechamiento sostenible de la hierba de candelilla, transporte y almacenamiento del cerote.1999. http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/DO2264.pdf; consultado en Julio de 2020.

Solano, D., Vega, C., Eras, V. H., & Cueva, K. (2014). Generación de modelos alométricos para determinar biomasa aérea a nivel de especies, mediante el método destructivo de baja

intensidad para el estrato de bosque seco pluviestacional del Ecuador. CEDAMAZ, 4(1), 32-44.

Statistical Analysis Systems [SAS] Institute Inc. (2017). SAS/STAT(R) 9.22 User's Guide. Recuperado de https://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63347/HTML/default/viewer.htm#statug_anova_sect001.htm

Villavicencio-Gutiérrez, E. E., Hernández-Ramos, A., Aguilar-González, C., & García-Cuevas, X. (2018). Estimación de la biomasa foliar seca de Lippia graveolens Kunth del sureste de Coahuila. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 9(45), 187-207. doi: 10.29298/rmcf.v9i45.139

EVALUACIÓN DE DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO EN LA GERMINACIÓN IN VITRO DE LA BIZNAGA *Ariocarpus retusus* Scheidw. (FAM.: CACTACEAE)

EVALUATION OF DIFFERENT CULTURE MEDIA IN THE IN VITRO GERMINATION OF BIZNAGA *Ariocarpus retusus* Scheidw. (FAM.: CACTACEAE)

Villavicencio-Gutiérrez, Eulalia Edith[1]*, Areli González-Cortes[2], Miguel A. Carranza Pérez[2]

[1*]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo Zacatecas Km 342+119 No. 9515, Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. [2]Unversidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Agronomía. Depto. de Botánica.
***Autor de correspondencia. Correo: villavicencio.edith@inifap.gob.mx.**

RESUMEN

Para regenerar germoplasma en estatus de riesgo de la biznaga *A. retusus* y conservar este recurso fitogenético se aplicó la técnica de Cultivo de Tejidos Vegetales con el objetivo de evaluar la influencia del tipo de medio de cultivo y fitohormonas en la germinación *in vitro.* Se evaluaron tres accesiones de semilla (Coahuila, Nuevo León y Zacatecas), establecidas en dos medios de cultivo MBG1 (MS (Murashige y Skoog, 1962) al 50 %) y MBG2 (0.6 % agar + 87.64 mM de $C_{12}H_{22}O_{11}$) ambos adicionados sin y con ácido giberélico (0.0 y 8.65 mM^{-1} de AG_3). Las variables fueron velocidad de emergencia (*VE*), porcentaje de germinación (*PG*, %), altura de la vitroplanta (*Av*) y longitud de raíz (*Lr*) en mm. Estas se analizaron con un ANOVA y una prueba de rango múltiple Tukey ($P \leq 0.05$). La *VE* va de 20 a 40 días, existiendo diferencias significativas entre accesiones ($F=31.54$, $P=0.0001$) y medios de cultivo ($F=14.76$, $P=0.0001$), siendo medio MBG2 + AG_3 del que se obtuvo un *PG* final de 98 %, con vitroplantas *Av* de 6.44 mm y *Lr* de 6.56 mm. La germinación *in vitro* estuvo influenciada por los componentes del medio de cultivo, donde el efecto del ácido giberélico influyó en la inhibición de la dormancia y elongación de la vitroplanta.

ABSTRACT

In order to regenerate germplasm in risk status of biznaga *A. retusus* and to preserve this phytogenetic resource, the technique of Plant Tissue Culture was applied with the aim of evaluating the influence of the type of culture medium and phytohormones on the germination *in vitro.* Three seed accessions were evaluated (Coahuila, Nuevo León and

Zacatecas), established in two culture media MBG1 (MS (Murashige and Skoog, 1962) at 50 %) and MBG2 (0.6 % agar + 87.64 mM of $C_{12}H_{22}O_{11}$) both added without and with gibberellic acid (0.0 and 8.65 mM^{-1} of AG_3). The variables were emergence velocity (EV), germination percentage (PG, %), vitroplant height (*Av*) and root length (Lr) in mm. These were analyzed with an ANOVA and a Tukey multiple range test ($P \leq 0.05$). The *EV* ranges from 20 to 40 days, there being significant differences between accessions (F=31.54, P=0.0001) and culture media (F=14.76, P=0.0001), being medium MBG2 + AG_3 from which a final PG of 98% was obtained, with *Av* 6.44 mm and *Lr* 6.56 mm vitroplants. *In vitro* germination was influenced by the components of the culture medium, where the effect of gibberellic acid influenced the inhibition of dormancy and elongation of the vitroplants.

IINTRODUCCIÓN

La biznaga comúnmente llamada peyote cimarron o chaute (*Ariocarpus retusus* Scheidw.) se distribuye en el desierto Chihuahuense y es una especie bajo protección especial (Pr) listada en la NOM-059-ECOL-2010 (Guzmán *et al.* 2003; SEMARNAT, 2010). Es una planta de tipo globoso depreso de uso ornamental que pertenece a la subfamilia Cactoideae y tribu Cacteae (Tropicos, 2019). Se caracteriza por presentar un tallo simple, conformado por tubérculos triangulares aplanados, dispuestos en series espiraladas en forma de roseta de color verde glauco a verde olivo. En la axila de cada tubérculo presenta aréolas espiníferas y floríferas. Tiene flores diurnas grandes, blancas, amarillas o purpúreas que son vistosas (CONABIO, 2010). El avance en el conocimiento de la regulación hormonal *in vitro* ha permitido desarrollar protocolos de micropropagación en especies y/o cultivares de importancia económica como en *rosa hibrida* (Aggarwal *et al*., 2018), *Mimosa pudica* L. (Bianchetti *et al*., 2017), hasta en algas rojas (Villanueva *et al.,* 2013). En cactáceas de ornato, la influencia de las fitohormonas se ha evaluado en especies del género *Coryphanta* spp. (Pérez-Molphe-Bach *et al.,* (1998), el viejito (*Cephalocereus senilis* (Haw.) Pfeiff.) (Choreño *et al.,* 2002), biznaga nido de golondrina (*Epithelantha micromeris* (Engelm.) F.A.C. Weber ex Britt. & Rose) (Villavicencio *et al.,* 2012), mamilaria (*Mammillaria voburnensis* Scheer) (Ordoñez, 2003), cactus alcachofa (*Obregonia denegrii* Frič & A. Berger) (Cardarelli *et al.,* 2010), diversos minicactus del género *Turbinicarpus* spp. (Dávila *et al.,* 2005; Villavicencio *et al.,* 2011) y pitayo (*Stenocereus stellatus* (Pfeiff.) Riccob.) (Martínez-Villegas *et al.*, 2011) Considerando que en el ciclo de vida de las cactáceas la regulación hormonal es crucial para la propagación y preservación de las especies. El

objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia del tipo de medio de cultivo y la aplicación de fitohormonas en la germinación *in vitro* de esta biznaga como una etapa inicial para la micropropagación de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales (LCTV) del Campo Experimental Saltillo CIRNE-INIFAP, ubicado en el municipio de Saltillo, Coahuila, México.

Material vegetal. Semilla de tres accesiones del Banco de Germoplasma de Cactácea provenientes de los mpios. Parras de la Fuente en Coahuila, Dr Arroyo en Nuevo León y Mazapil, en Zacatecas. Las semillas fueron previamente desinfectadas de acuerdo al protocolo de Villavicencio *et al.,* (2009).

Mediante un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 3x2x2 se evaluaron las tres accesiones de semillas (Coahuila, Nuevo León y Zacatecas), establecidas en dos medios de cultivo MBG1= MS (Murashige y Skoog, 1962) al 50 % y MBG2= 0.6 % agar + 87.64 mM de $C_{12}H_{22}O_{11}$ ambos adicionados sin y con fitohormona (0.0 y 8.65 mM^{-1} de AG_3) haciendo un total de 12 tratamientos. Se establecieron 2 semillas por tubo con 5 mL de medio, considerando 75 repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron; velocidad de emergencia (*VE*), porcentaje de germinación (*PG*, %), altura de la vitroplanta (*Av*) y longitud de raíz (*Lr*) en mm. Estas se analizaron con un ANOVA y una prueba de rango múltiple Tukey ($P \leq 0.05$), con el programa Statistical Analysis System (SAS) versión 14.1.

Condiciones de incubación. El material vegetativo se estableció en el cuarto de incubación del LCTV considerando un fotoperíodo de 14 h luz por 10 de oscuridad, con una intensidad luminosa de 9 - 10 µmol seg^{-1} m^{-2} y temperatura de 25 ± 2°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las semillas son viables, quiescentes y fotoblásticas, su estructura permite la imbibición, hidratación de los tejidos y síntesis enzimática, pero se requiere de un medio de cultivo para promover la germinación *in vitro*.

Influencia de accesiones. La *VE* va de 20 a 40 días, existiendo diferencias significativas entre accesiones (F=31.54, P=0.0001), siendo la accesión del mpio. de Parras de la Fuente, Coahuila la que presentó mayor *VE* a partir de los 7 días de establecimiento (*DE*), con un *PG* final de 94.64 %, *Av* de 8 mm y *Lr* de 7 mm seguido de las accesiones de los mpios de

Dr Arroyo, Nuevo León y mpio. Mazapil, Zacatecas respectivamente. Las diferencias entre accesiones pueden estar relacionadas con la viabilidad y calidad fisiológica de las semillas, lo que disminuye su potencial de germinación después de su almacenamiento como lo refiere Pérez *et al.,* (2010) (Figura 1a). Estos resultados superan a otros realizados con cactáceas como *M. prolifera* y *E. reichenbachii* (Salas-Cruz *et al.* 2011).

Influencia del medio de cultivo. Existieron diferencias significativas (F=14.76, P=0.001) siendo el medio MBG2= 0.6 % agar + 87.64 mM de $C_{12}H_{22}O_{11}$ + AG_3 del que se obtuvo mayor germinación, registrando un *PG* final de 98 %, con un *Av* de 6.44 mm y *Lr* de 6.56 mm, mientras que el medio de cultivo MBG1= MS (Murashige y Skoog, 1962) al 50 % registró un *PG* final del 82.20 %, pero con vitroplantas de mayor tamaño con un *Av* de 9.10 mm y *Lr* de 7.05 mm efecto que coincide por lo reportado por Martínez-Villegas *et al*., (2015) quienes refieren que la composición nutricional del medio de cultivo influye positivamente en el crecimiento *in vitro* (Figura 1b). Estos resultados muestran que el medio MBG2 + AG_3 influye en el potencial osmótico, síntesis enzimática y elongación de las células del embrión, mientras que el medio MBG1 influyó adicionalmente en la imbibición, elongación, división celular del hipo y epicotilo conformando la vitroplanta de mayor tamaño. El medio MBG2 sin fitorhomona tuvo efecto solo en longitud radicular.

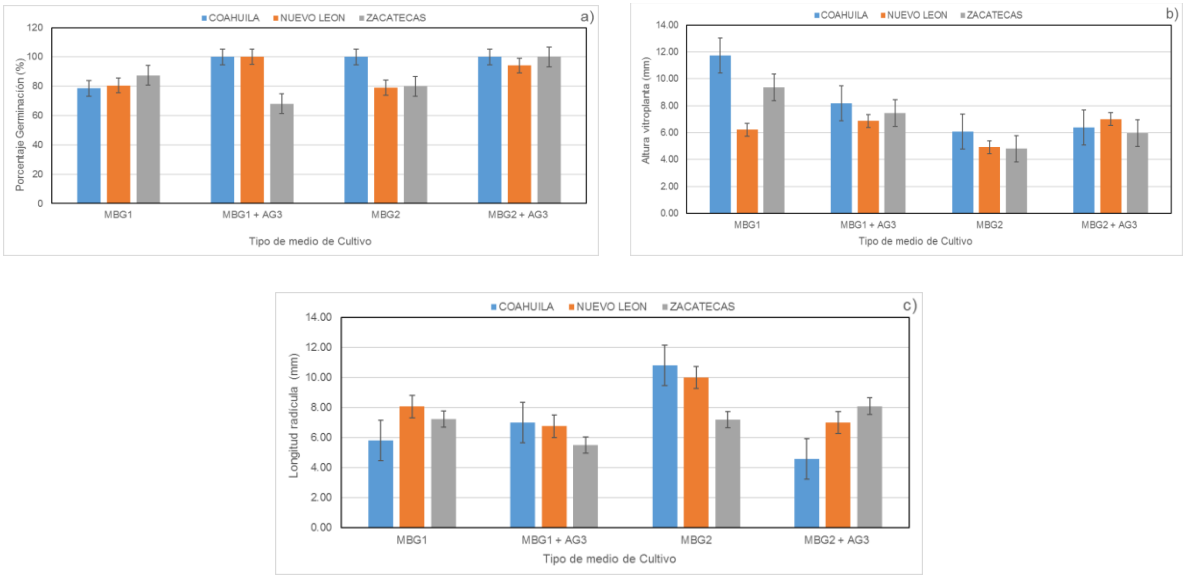


Figura 1. Germinación *in vitro* del peyote cimarron o chaute (*Ariocarpus retusus* Scheidw.) cactácea del desierto Chihuahuense. a) Efecto de las accesiones; b) Influencia del medio de cultivo; c). Influencia del ácido giberélico.

Influencia del ácido giberélico. Las fitohormonas influyen en la germinación *in vitro* existiendo diferencias significativas (F=20.51, P=0.0001) con la aplicación de 8.65 mM^{-1} de AG_3 al medio de cultivo, obteniendo un *PG* final de 93.68 % con un *Av* de 7.13 mm y *Lr* de 6.45 mm. En los dos tipos de medio de cultivo (MBG1 y MBG2) sin fitohormona el porcentaje de germinación es menor (*PG*= 82.29 %) mostrando que el ácido giberélico influye es la germinación de esta especie en la elongación de tallos y desarrollo de raíces como lo refieren Andrade *et al.* (2013).

Efecto de los tratamientos. Independiente de la accesión el medio de cultivo que influye en la germinación *in vitro* es el medio MBG2= 0.6 % agar + 87.64 mM de $C_{12}H_{22}O_{11}$ adicionado con 8.65 mM^{-1} de AG_3 registrando un *PG* final de 98 % con un *Av* de 6.44 mm y *Lr* de 6.56 mm, seguido del medio MBG1= MS (Murashige y Skoog, 1962) al 50 % con y sin fitohormona, donde se obtuvo un *PG* de 84.21 % obteniendo vitroplantas de mayor tamaño con un *Av* de 8.62 mm con un *Lr* de 6.73 mm. El medio MBG2= 0.6 % agar + 87.64 mM de $C_{12}H_{22}O_{11}$ sin fitohormona registró los promedios menores; sin embargo, estos tres últimos tratamientos referidos fueron estadísticamente iguales (grupo B) (Figura 1c).

Los resultados de la influencia del medio de cultivo en cada accesión muestran que la semilla era viable con embriones maduros y que su germinación estuvo influenciada por los componentes del medio de cultivo como también ha sido reportado por Manzo (2010) y Salas-Cruz *et al.* (2011).

CONCLUSIONES

El medio MBG2 con AG_3 influyó en el potencial osmótico, síntesis enzimática y elongación de las células del embrión, mientras que el medio MBG1 influyó adicionalmente en la imbibición, elongación, división celular del hipo y epicotilo conformando la vitroplanta.

REFERENCIAS

Aggarwal D., K. Preetinder and K. Kumar. 2018. Propagación de cultivo de tejidos de plantas ornamentales de alto valor *Rosa hybrida* L. Current Trends in Biotechnology and Chemical Research. (8):1-7.

Andrade D. D., M. E. Córdoba F., H. Criollo E. y T. C. Lagos B. 2013. Evaluación de medios de cultivo para propagación *in vitro* de semillas y explantes de especies silvestres de *Solanum*. Acta Agronómica. 62 (1): 27-36.

Bianchetti, R. E., C. Ferrara de R., V. Sacramento P., F. Floriano D., A. Mystica S. de O., J. Condé E. F. and P. H. Pereira P. 2017. An improved protocol for *in vitro* propagation of the medicinal plant *Mimosa pudica* L. African Journal of Biotechnology. Vol. 16 (9): 418-428. DOI: 10.5897/AJB2016.15831. (Consulta: 16 junio 2019).

Cardarelli, M., D. Borgognone and G. Colla. 2010. Propagación in vitro de *Obregonia denegrii* (Cactaceae). Propagación de plantas ornamentales (10):29–36. https://www.researchgate.net/publication/262261883. (Consulta: 13 marzo 2020).

Choreño T., J., M. R. González H., T. Terrazas S. y L. Hernández A. 2002. Propagación *in vitro* de *Cephalocereus senilis* Haworth Pfeiffer a partir de areolas. Revista Chapingo. Serie Horticultura 8 (2):183-196. https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2001.01.008. (Consulta: 9 julio 2019).

Dávila, F. C. A., M. L. De La Rosa-Carrillo y B. Pérez M. 2005. *In vitro* propagation of eight species or subspecies of *Turbinicarpus* (Cactaceae). In vitro Cellular and Dev. Biology-Plant. (41): 540-545. https://doi.org/10.1079/IVP2005668. (Consulta: 7 mayo 2019).

Manzo, R. S. 2010. Propagación *in vitro* de *Mammillaria coahuilensis* var. coahuilensis Boedeker (Moran) y *Echinocereus plathyacanthus* Link y Otto, a partir de semilla para su conservación. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. 62 p.

Martínez-Villegas, Y.M., Andrade-Rodríguez, M., Villegas-Monter, A., Alia-Tejacal I., Villegas-Torres, O.G., and López-Martínez. V. 2011. Cultivo *in vitro* de pitayo (*Stenocereus stellatus* [Pfeiffer] Riccobono). Rev. Chapingo (Hortic.) 17, 95-105 https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.17.021. (Consulta: 15 agosto 2019).

Martínez-Villegas, Y., M. Andrade-Rodríguez, T. Colinas-León, O. Villegas-Torres, A. Castillo-Gutiérrez e I. Alia-Tejacal. 2015. Efecto de las sales inorgánicas del medio de cultivo en el crecimiento de pascuita (*Euphorbia leucocephala* Lotsy). Rev. Fit. Mex. 38(4): 369-374.

Murashige, T., & Skoog, F. (1962) A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. Physiologia Plantarum. (15):473-477. http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x (Consulta: 20 marzo 2019).

Ordoñez M., M. A. 2003. Propagación *in vitro* de *Mammillaria voburnensis* Scheer. (Cactaceae) Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala. 70 p.

Pérez A., T. Sánchez, N. Armengol y F. Reyes. 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleifera* Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes 33(4): 1-1-16.

Pérez-Molphe-Balch, E., M.E. Pérez-Reyes, E. Villalobos-Amador, E. Meza-Rangel, L.R. Morones-Ruiz and H. J. Lizalde-Viramontes. 1998. Propagation of 21 species of mexican cacti by axillary proliferation. In vitro Cell. Dev. Pl. (34):131-135 https://doi.org/10.1007/BF02822777. (Consulta: 12 marzo 2019).

Salas-Cruz L. R., R. Foroughbackch-Pournabav, M. de L. Díaz-Jiménez, M. L. Cárdenas-Ávila y A. Flores-Valdés. 2011. Germinación *in vitro* de cactáceas, utilizando zeolita como sustrato alternativo. Rev. Mex. Cienc. Agríc (2):112-123.

Villanueva, F., M. Ávila, A. Mansilla, S. Abades y J. Cáceres. 2013. Efecto de auxinas y citoquininas en el cultivo de tejido de *Ahnfeltia plicata* (Hudson) Fries, 1836 (*Ahnfeltiales, rhodophyta*) de la región de Magallanes. Anales Instituto Patagonia. Punta Arenas, Chile. No.1(41): 99-111. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2013000100009 (Consulta: 18 mayo 2019).

Villavicencio, G. E.E., A. Cano P. y A. Juárez S. 2009. Micropropagación y producción de plantas del bonete o birrete de obispo, cactácea ornamental amenazada de extinción del Desierto Chihuahuense. Campo Experimental Saltillo. INIFAP-CIRNE. Folleto Técnico No. 39. ISBN 978-607-425-130-2. Saltillo, Coahuila, México. 42 p.

Villavicencio-Gutiérrez, E.E., A. González-Cortes, A. Arredondo-Gómez, L. Iracheta- Donjuan, S. Comparan-Sánchez, R. Casique-Valdés. 2011. Micropropagación de *Turbinicarpus knuthianus* (Boed.) John & Riha cactácea ornamental, amenazada de extinción del Desierto Chihuahuense. Rev. Mex. Cien. Forestales. 6(2):37-56. https://doi.org/10.29298/rmcf.v2i6.573. (Consulta: 8 marzo 2019).

Villavicencio G., E.E., A. González C., M. A. Carranza P. 2012. Micropropagación de *Epithelantha micromeris* (Engelm.) F.A.C. Weber ex Britt. & Rose cactácea ornamental y recurso fitogenético del Desierto Chihuahuense. Rev. Mex. Cien. Forestales. 14(3):83-99. DOI: https://doi.org/10.29298/rmcf.v3i14.476. (Consulta: 20 junio 2019).

FERTILIZACION ORGANICA Y RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DE TOMATE EN MALLA SOMBRA (*Solanum lycopersicum* var. Saladette)

ORGANIC FERTILIZATION AND DRIP IRRIGATION IN TOMATO CROP IN SHADOW MESH (*Solanum lycopersicum* var. Saladette)

Cirilo Vázquez Vázquez[1], Kevin Alain Ramírez Díaz[1], María Gabriela Cervantes Vázquez[1*], Miguel Ángel Gallegos Robles[1], Tomás Juan Álvaro Cervantes Vázquez[1]

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo km. 32. Ejido Venecia. C.P. 34371. Gómez Palacio, Durango, México. *Autor para correspondencia (cevga@hotmail.com)

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia en área de malla sombra. Se evaluaron seis tratamientos, el tratamiento uno consistió en fertilización orgánica más composta Vigo 70 t ha^{-1} más lixiviado Vigo 250 L ha^{-1}, El tratamiento número dos fue fertilización orgánica más composta Vigo 50 t ha^{-1} más lixiviado de Vigo 350 L ha^{-1}, tratamiento tres fertilización orgánica más composta Vigo 30 t ha^{-1} más lixiviado Vigo 500 L t ha^{-1}, tratamiento cuatro fertilización química más composta Vigo 30 t ha^{-1} más lixiviado Vigo 500 L ha^{-1}, tratamiento cinco fertilización química más composta Vigo 50 T ha^{-1}, más 350 L ha^{-1} de lixiviado Vigo, tratamiento seis fertilización química más composta Vigo 70 t ha^{-1} más lixiviado Vigo 250 L ha^{-1}. Se estableció en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones se evaluaron el desarrollo fenológico, altura de planta, número de hojas, número de botones, número de flores, número de frutos, grado Brix, peso de raíz fresco y seco y rendimiento. El mejor tratamiento fue el dos con un rendimiento de 129.12 t ha^{-1} siendo estadísticamente diferente a todos los demás tratamientos. El tratamiento dos también fue el de mayor peso de raíz fresco (128.25 gr) de igual manera fue su comportamiento para altura de planta (185.25 cm) con respecto a grados Brix el mejor fue el tratamiento uno con un valor de (5.0 grados Brix), en esta investigación se observa que los tratamientos con fertilización orgánica sobresalen en las variables evaluadas a los tratamientos de fertilización química, por lo tanto podemos concluir que la fertilización orgánica es igual o mejor que la fertilización química en este cultivo de tomate en malla sombra y fertirriego.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the Experimental Agricultural Field of the Faculty of Agriculture and Zootechnics in the mesh area. Six treatments were evaluated, treatment one consisted of organic fertilization plus Vigo compost 70 t ha^{-1} plus leachate Vigo 250 L ha^{-1}, Treatment number two was organic fertilization plus Vigo compost 50 t ha^{-1} plus leachate from Vigo 350 L ha^{-1}, treatment three organic fertilization plus compost Vigo 30 t ha^{-1} plus leachate Vigo 500 L t ha^{-1}, treatment four chemical fertilization plus compost Vigo 30 t ha^{-1} plus leachate Vigo 500 L ha^{-1}, treatment five fertilization chemistry plus Vigo compost 50 T ha^{-1}, plus 350 L ha^{-1} of Vigo leachate, treatment six chemical fertilization plus Vigo compost 70 t ha^{-1} plus Vigo leachate 250 L ha^{-1}. It was established in a randomized block design with four repetitions, the phenological development, plant height, number of

leaves, number of buttons, number of flowers, number of fruits, Brix degree, fresh and dry root weight and yield were evaluated. The best treatment was the two with a yield of 129.12 t ha^{-1} being statistically different from all the other treatments. Treatment two was also the one with the highest fresh root weight (128.25 gr), in the same way was its behavior for plant height (185.25 cm) with respect to Brix degrees, the best was treatment one with a value of (5.0 Brix degrees) In this research, it is observed that organic fertilization treatments excel in the variables evaluated to chemical fertilization treatments, therefore we can conclude that organic fertilization is equal to or better than chemical fertilization in this tomato crop in shade mesh and fertigation.

INTRODUCCION

En nuestro país, el tomate es una de las hortalizas más importantes y es muy usado en la gastronomía. Cabe destacar que en México se cubre el 100% de la demanda del consumo de sus habitantes y que mucho del tomate que se produce en nuestro país tiene como principal destino la exportación (SIAP, 2019), siendo Estados Unidos el principal destino, con un 47.95% de las exportaciones, generando así una derrama económica de 4.2 millones de dólares a nuestro país. Según cifras de SIAP, (2019) nuestro país produjo 3, 151,488 toneladas de esta hortaliza el año 2018, con una superficie de 42,185 ha. Sin embargo, para lograr la producción de tomate se hace un uso elevado de los fertilizantes, en especial nitrógeno, fósforo y potasio. Además del nitrógeno, el fosforo es un elemento importante para las plantas debido a que forma parte del ADN, ARN, ATP y de los fosfolípidos que revisten las membranas celulares, además es importante para la fotosíntesis. Sin embargo, es un recurso finito debido que tiene una baja movilidad en el suelo y es poco reciclado (Sattari *et al*., 2016). Se han realizado algunos cálculos sobre el uso del fósforo en la actualidad y se ha concluido que, si seguimos utilizando el fósforo en grandes cantidades, y no hacemos reciclaje de nutrientes, las reservas de fósforo se verán muy afectadas en menos de 100 años (Carpenter *et al*., 2011). Afortunadamente, se ha demostrado que algunos microorganismos como las bacterias del género *Bacillus* tienen la habilidad de solubilizar el fósforo en el suelo (Corrales *et al*., 2014; Kwando *et al*., 2018), lo cual puede ayudar a disminuir el uso excesivo de fósforo, reducir costos al productor, además de brindar protección a los cultivos.

Por esta razón en esta investigación se tuvo como objetivo evaluar dos cepas del género *Bacillus* sobre la producción de tomate grape con diferentes dosis de fósforo en condiciones de malla sombra.

MATERIALES Y METODOS

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo bajo condiciones de malla-sombra, en las instalaciones de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (FAZ-UJED), con una altitud de 1110 m sobre el nivel del mar.

La malla-sombra tiene una superficie de 1000 m^2 y en la cual se manejó el híbrido de tomate “Saladette”. La siembra se realizó en charolas de unisel de 200 cavidades usando como sustrato peat mos, una vez realizada la siembra, la semilla se tapó con vermiculita, inmediatamente después se dio un riego ligero de germinación después de lo cual las charolas fueron apiladas y tapadas con plástico negro durante 72 hrs. Después de lo cual y una vez que ha germino fueron extendidas para el proceso de crecimiento y desarrollo vegetativo hasta que se obtuvo la planta ideal para llevar a campo el cual se logró en un tiempo aproximado de 40 días.

La plantación se llevó a cabo, con una distancia entre camas de 1.80 m, colocando la planta a hilera sencilla a una distancia de 18 cm entre plantas con una densidad poblacional de 30,000 plantas ha^{-1}

Manejo del cultivo: En el sistema de tutorado la planta fue guiada con hilo rafia. El riego se realizó de acuerdo a la necesidad hídrica del sustrato utilizado mediante riego por goteo utilizando cintilla con emisores de 20 cm de distancia entre cada uno y con gastos de 0.02 lts/min/ha por el cual se aplicaron los abonos orgánicos de lixiviado de estiércol, y extractos de leonardita (ácidos húmicos y fulmicos) y en forma directa incorporados al suelo la composta.

Manejo fitosanitario: Se realizó dos muestreos en forma semanal para conocer y determinar los niveles de incidencia de plagas y enfermedades del cultivo de tomate.

Producción: se evaluaron número de racimos, número y peso de frutos por racimo, considerando abortos y flores no polinizadas.

Calidad: se tomaron muestras de frutos al azar de cada uno de los tratamientos y sus repeticiones, a los cuales se les medirá su diámetro polar, ecuatorial, grosor de pared, número de lóculos, grados brix y consistencia del fruto.

Fenología: en esta variable se determinará las diferentes fechas de los eventos fenológicos como aparición de primeras flores, primeros frutos, tiempo transcurrido de una floración a otra, altura de planta, diámetro de tallo, datos que serán tomados de forma semanal del hibrido a evaluar.

Diseño experimental: Es un diseño completamente al azar, con seis tratamientos, cuatro repeticiones por tratamiento y 50 plantas por repetición y una parcela experimental de 1000 m^2. Se realizó un modelo estadístico lineal para un diseño completamente al azar, mediante la fórmula: $Yij= \mu + Ti + Ɛij$ i = 1,2,…, t j= 1,2,…,ni

Siembra: Se usaron charolas de 200 cavidades de unicel, peat moss de la marca KEKKILÄ® Professional con un pH de 5.5 y una C.E. de 2.4 $dS.m^{-1}$. Además, el producto contenía nutrientes en las dosis 14-16-18 N, P_2O_5, K_2O. Se utilizó vermiculita para cubrir la semilla al momento de la siembra. El hibrido utilizado fue Sahariana el cual fue proporcionado por la empresa VIGO. Las plantas fueron trasplantadas el día 4 de mayo de 2019, justo a los 50 días y no a los 40º días como se tenía planeado, debido que había aun había algunas fallas en el suministro de agua y que el terreno tuvo que ser humedecido 2 días antes del trasplante.

Tratamientos: Los tratamientos con la variedad sahariana se colocaron en el area experimental con una distancia entre camas de 1.80 mts. Distancia entre plantas de 18 cm. Con un sistema de plantación de hilera sencilla. La densidad de plantas por hectárea fue de 30,000 plantas por Ha.

Tratamientos 12, repeticiones 4, plantas por repeticion 50 y plantas por tratamiento 200. Tratamiento I: Fert. Orgánica + composta Vigo 70 ton/Ha + Lixiviado Vigo 250 Lts/Ha sin bacteria. Tratamiento II: Fert. Orgánica + composta Vigo 50 ton/Ha + Lixiviado Vigo 350 Lts/Ha sin bacteria. Tratamiento III: Fert. Orgánica + composta Vigo 30 ton/Ha + Lixiviado Vigo 500 Lts/Ha sin bacteria. Tratamiento IV: Fert. Orgánica + composta Vigo 30 ton/Ha + Lixiviado Vigo 500 Lts/Ha sin bacteria. Tratamiento V: Fert. Orgánica + composta Vigo 50 ton/Ha + Lixiviado Vigo 350 Lts/Ha sin bacteria. Tratamiento VI: Fert. Orgánica + composta Vigo 70 ton/Ha + Lixiviado Vigo 250 Lts/Ha sin bacteria.

Trasplante: El trasplante se realizó directo al suelo, el 4 de mayo de 2019 y se usó un distanciamiento entre camas de 1.60 metros. Las plantas estaban a hilera sencilla a una distancia de 0.20 m entre sí. Se tuvo una densidad de 31,814 plantas ha^{-1}. El número de plantas trasplantadas en el experimento fue de 473.

Fertilización: Los niveles del factor A fueron las cepas de *Bacillus subtilis*, *Bacillus sonorensis* y un testigo sin inoculación. Los niveles del factor B fueron 0 kg de P_2O_5 ha^{-1} 90 kg de P_2O_5 ha^{-1} y 180 kg de P_2O_5 ha^{-1}. Para la fertilización, los niveles de fósforo fueron diferentes, de acuerdo a la dosis a probar (0, 90 y 180 kg de P_2O_5). El fertilizante utilizado fue el MAP (11-52-00 de NPK, respectivamente). La dosis 180 kg de fósforo por hectáreas (346.15 kg de MAP), aportó 38.07 kg de nitrógeno. La fertilización con 90 kg de fósforo (173.07 kg de MAP) aportó 19.03 kg de nitrógeno, el cual fue complementado con UREA para llegar a la dosis 38.07 kg de nitrógeno (misma dosis que la del tratamiento 180 kg de fósforo). En el tratamiento donde no se aplicó fósforo (0 kg. ha^{-1}), solo se aplicó la dosis 38.07 kg de nitrógeno. Para disminuir el efecto de los fertilizantes en el suelo, se optó por cancelas las aplicaciones de nitrato de potasio KNO3 por medio del sistema de riego. Cabe mencionar que para cuando se tomó la decisión, ya se había aplicado 800 gramos disueltos en 2000 litros de agua de nitrato de potasio. Lo cual fue muy poco como para tener un efecto en el cultivo.

El manejo de maleza realizó de manera manual.

Cosecha: En la cosecha, el criterio fue cortar los frutos que apenas mostraran una coloración rojiza, y estos eran realizados cada tercer día. La cosecha era realizada después de cada muestreo para no interferir con las plantas muestreadas. Las variables respuesta evaluadas fueron: número de fruto, pesos de los frutos, rendimiento y fenología de planta.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los muestreos se realizaron de acuerdo a las fechas mostradas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Fechas de toma de datos en el cultivo de tomate Saladette en malla sombra. FAZ-UJED, Venecia, Dgo., 2018.

Número	Fecha
1	8 de mayo de 2019
2	15 de mayo de 2019
3	22 de mayo de 2019
4	29 de mayo de 2019
5	6 de junio de 2019
6	13 de junio de 2019
7	20 de junio de 2019
8	27 de junio de 2019
9	3 de agosto de 2019

La Figura 1, se observa el rendimiento total de los diferentes tratamientos evaluados en el cultivo de tomate con fertirriego en malla sombra, donde muestra que el mejor tratamiento es el tratamiento 2 con un rendimiento de (129.12 t ha^{-1}). Tendencias similares fueron reportadas por Márquez-Quiroz (*et al)* 2014.

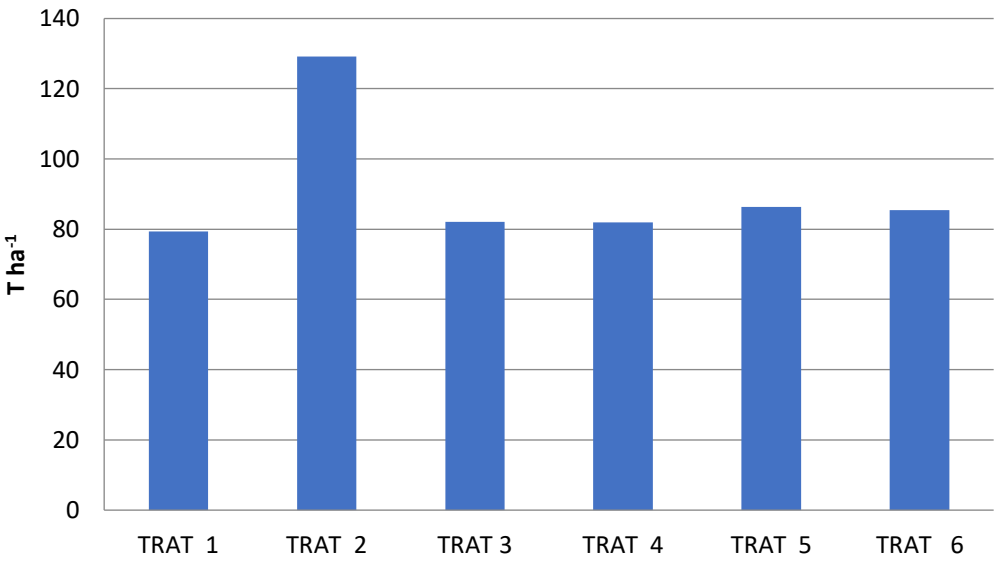


Figura 1.- Rendimiento total del cultivo del tomate con Fertirriego orgánico en malla sombra año 2019.

El valor más alto para el peso fresco de Raíz corresponde al tratamiento 2 fertilización orgánica con un valor de (128.25 gr) siendo estadísticamente diferente a todos los demás tratamientos la misma tendencia se presenta para el peso seco de Raíz su valor (48.0gr.) para el tratamiento 2 siendo estadísticamente diferente para todos lo demás Cuadro 2.

Cuadro 2. Comparación de medias para peso fresco y seco de raíz en el cultivo de tomate con malla sombra y fertirriego.

Tratamiento	Valor Peso Fresco (gr/planta) Valor medio (X)	Valor Peso Seco (gr/planta) Valor medio (X)
1	79.50 b	25.0 b
2	128.25 a	48.0 a
3	74.50 b	24.5 b
4	70.25 b	22.0 b
5	63.50 b	18.2 b
6	75.50 b	23.5 b
DMS	28.95	2.71

Realizando la comparación de medias para la variable altura de planta en la fecha 7, 20 de julio se observa que existe significancia estadística los valores más altos son para el tratamiento 2 fertirriego orgánico con un valor de (185.25cm) y el tratamiento 5 de fertirriego químico con un valor de (179.42cm) siendo estadísticamente iguales entre sí y diferentes a los demás tratamientos. Cuadro 3.

Con respecto a la variable número de hojas en el cultivo de tomate con fertirriego, se observa que los mejores tratamientos son: tratamiento 3, 4, 2 y 5 siendo estadísticamente iguales entre sí y diferentes a los tratamientos 1 y 6. Cuadro 3.

Con respecto a la variable número de flores se observa que los mejores tratamientos son: tratamiento 3, 2, 4, 5 y 1 siendo estadísticamente iguales entre sí y diferentes al tratamiento 6. Cuadro 3.

Con respecto a la variable número de frutos se observa que los mejores tratamientos son: tratamiento 6, 5, y 4 siendo estadísticamente iguales entre sí y diferentes a los tratamientos 3, 2 y 1. Cuadro 3.

Cuadro 3. Comparación de medias para altura de planta, número de hojas, numero de flores y número de frutos en la fecha siete del 20 de Julio en el cultivo de tomate en malla sombra y fertirriego.

Tratamiento	Altura Valor medio($\bar{X}$)	Hojas No. 1 Planta Valor medio($\bar{X}$)	Flores No. 1 Planta Valor medio($\bar{X}$)	Frutos No. 1 Planta Valor medio($\bar{X}$)
1	161.80c	19.20b	2.85a	1.32b
2	185.25a	20.12a	3.55a	1.45b
3	173.35b	21.02a	3.67a	1.47b
4	169.40c	20.17a	3.07a	1.80a
5	179.42a	19.70a	2.92a	2.62a
6	168.75b	19.02b	2.35b	2.65a
DMS	8.65	1.79	1.11	0.98

CONCLUSIONES

El mejor tratamiento es el dos que contiene fertilización orgánica más composta 50 t ha^{-1} lixiviado 350 t ha^{-1} es el de mayor altura 185.25 cm. Y con un rendimiento de producción de tomate de 129.12 t ha^{-1}, es estadísticamente diferente a todos los demás tratamientos.

Con respecto al peso fresco de raíz el mejor tratamiento es el 2 con un valor el fresco de (128.25 gr) y de (48.0 gr) para peso seco. Para la variable diámetro polar y ecuatorial el mejor fue el tratamiento tres que es fertilización orgánica más composta Vigo 30 t ha^{-1} más lixiviado Vigo 500 L t ha^{-1}.

REFERENCIAS

Carpenter, S. R.& Elena, M. B. 2011. Reconsideration of the planetary boundary for phosphorus. Envirom. Res. Lett. 6, 014009.

Corrales, R. L. Arévalo, G. Y. Z., Moreno, B. V. E. 2014. Solubilización de fosfatos: una función microbiana importante en el desarrollo vegetal. NOVA-Publicación Científica en Ciencias Biomédicas. 12 (21): 68-79 pp. ISSN: 1794-2470.

Kwadwo, M. I., Dapaah, K. H., Geistlinger, J., Ludewig, U. and Neumann, G. 2018. Soil Type-Dependent Interactions of P-Solubilizing Microorganisms with Organic and Inorganic Fertilizers Mediate Plant Growth Promotion in Tomato. MDPI Agronomy, 8(10), 3-17 pp. doi: 10.3390/agronomy8100213.

Marquez-Quiroz Mercado Mancera, G., Chavez Peralta, S., Adrian Serrano, P., Herrera Ruiz, H., Echeverria Velazque, Y., & Valencia Islas, C. E. (2013). CONTRASTE DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE UN SUELO CON MANEJO ORGÁNICO V.S MANEJO CONVENCIONAL. XXXVIII Congreso de la SMCS, AC, III, págs. 92-97. La Paz. B.C.S.

SAGARPA; SIAP. (2019). Atlas Agroalimentaria 2019. Ciudad de México.

Sattari, S. Z., Bouwman, A. F., Martinez, R. R., Beusen, A. H. W. & van Ittersum, M. K. 2016. Negative global phosphorus budgets challenge sustainable intensification of grasslands. Nature Communications volume 7: 10696. DOI: 10.1038/ncomms10696

IMPACTO DE LA ADICIÓN DE COMPOST EQUINO A SUELOS AGRÍCOLAS DE LA COMARCA LAGUNERA

IMPACT OF EQUINE COMPOST ADDITION TO AGRICULTURAL SOILS FROM THE COMARCA LAGUNERA

Nava-Reyna, Erika[1*], Vicenta Constante-García[1], Jesús Vázquez-Arroyo[2], Clauvelly Carranza-Ortega[3]

[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CENID-RASPA. Margen Derecho Canal del Sacramento km. 6.5, Zona Industrial 4ª Etapa, 35140, Gómez Palacio, Durango, México. [1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Raúl López Sánchez, Valle Verde, 27054, Torreón, Coahuila. [3]Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas. Av. Universidad S/N, Fracc. Filadelfia, 35020, Gómez Palacio, Durango. nava.erika@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las enmiendas orgánicas pueden aplicarse como estrategia potencial en el manejo integral de nutrientes para la restauración de la calidad de suelos degradados, especialmente en zonas áridas y semiáridas. Más aún, las enmiendas orgánicas, derivadas principalmente de residuos agropecuarios, destacan por su efecto sobre la productividad de los cultivos y la salud de las plantas, ya que se ha observado una supresión en contra de patógenos transmitidos por el suelo. Además, el uso de enmiendas como las compostas, permiten incrementar la fijación de C en el suelo, funcionando también como una medida para mitigar el cambio climático. Es por lo anterior, que la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto a corto plazo de la fertilización con compost equino en suelos para el cultivo de *Zea mays*, en comparación con la fertilización química convencional y un testigo sin fertilización alguna. Los resultados demostraron un incremento en el contenido de materia y carbono orgánico del suelo cuando se empleó la composta, así como la disminución del pH y el incremento de la conductividad eléctrica, por lo cual, dada la gran producción de estiércol de animal en La Comarca Lagunera, el uso del mismo como fertilizante orgánico parece ser una fuente viable y rentable.

ABSTRACT

Organic amendments can be applied as a potential strategy in the integral management of nutrients for the restoration of the quality of degraded soils, especially in arid and semi-

arid zones. Furthermore, organic amendments, derived mainly from agricultural residues, stand out for their effect on crop productivity and plant health, since a suppression against soil-borne pathogens has been observed. In addition, the use of amendments such as compost, allows to increase the fixation of C in the soil, and also working as a measure to mitigate climate change. Therefore, the present work aimed to evaluate the short-term effect of fertilization with equine compost on soils for *Zea mays* cultivation, compared to conventional chemical fertilization and a control without any fertilization. Results demonstrated an increase in the content of soil organic matter and carbon when compost was used, as well as a decrease in pH and an increase in electrical conductivity, therefore, given the large production of animal manure in the Comarca Lagunera, the use of them as organic fertilizer seems to be a viable and profitable source.

INTRODUCCIÓN

La materia orgánica del suelo (MOS) juega un papel primordial en los ecosistemas al retener o suplementar nutrientes a las plantas, mejorar la agregación del suelo, reducir la erosión del suelo e incrementar la capacidad de retención de agua. La efectividad del incremento de la MOS está determinada por el aumento del balance neto de entrada y salida, lo cual se logra principalmente a través de cuatro estrategias: la disminución del nivel de la perturbación del suelo (por ejemplo, la labranza); el incremento de la biomasa y calidad de la aportación de plantas y animales al suelo (enmiendas orgánicas); mejorar la diversidad y abundancia microbiana en el suelo (como la aplicación de biofertilizantes o mejoradores de suelo) y mantener continuamente una cubierta con plantas viables. En este sentido, las enmiendas orgánicas pueden ser considerados como una estrategia potencial en el manejo integral de nutrientes para la restauración de la calidad de suelos degradados, especialmente en zonas áridas y semiáridas (Luna *et al.,* 2016). Su uso puede explotar, traslocar, mineralizar y movilizar las reservas de P, K, y Fe del suelo, incrementar la MOS o fijar N de la atmósfera (Ahemad y Kibret, 2014). Más aún, las enmiendas orgánicas, derivadas principalmente de residuos agropecuarios, destacan por su efecto sobre la productividad de los cultivos y la salud de las plantas, ya que se ha observado una supresión en contra de patógenos transmitidos por el suelo (Bailey y Lazarovits, 2003), aspecto que ha sido ligado con los microorganismos del suelo y su actividad enzimática. Más aún, la adición de distintos tipos de compostas al suelo ha mostrado relación con el incremento en la biomasa microbiana (Bonilla *et al.*, 2012), cuyos grupos específicos de microorganismos

dependen del tipo de materia orgánica que se añade como enmienda. Otro efecto de las enmiendas orgánicas se da sobre la diversidad bacteriana en el suelo, que incide directamente sobre la mineralización de la MOS (Bonilla *et al.*, 2012).

Es por lo anterior, que el presente trabajo tuvo como objetivo analizar el efecto de la aplicación de composta de estiércol bovino sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio de estudio y muestreo. Las muestras de suelo fueron tomadas en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Unidad Laguna) en Torreón, Coahuila, donde se aplica composta de estiércol equino para el cultivo de maíz forrajero. Se tomaron 4 muestras al azar de la zona con adición de la composta (Orgánico), con fertilización química (Convencional) y sin adición de ningún fertilizante (Testigo), para obtener una muestra compuesta del suelo. Las muestras fueron identificadas y colocadas en bolsas de plástico, almacenadas a 4°C hasta su análisis. El suelo fue secado al aire, los residuos vegetales fueron retirados, y finalmente se tamizó directamente a 2 mm de tamaño de partícula antes del análisis.

Determinación de parámetros fisicoquímicos del suelo. Se realizó el análisis de carbono orgánico del suelo (COS) y materia orgánica del suelo (MOS) por oxidación húmeda (Walkley y Black, 1934). El pH se determinó en una dilución 1:2 (p/v) (NOM-021-SEMARNAT-2002) y la conductividad eléctrica en una relación 1:5 (He *et al.,*2012).

Análisis estadístico. Se realizó la prueba de normalidad y de homogeneidad de varianza de los datos. Al cumplir con ambos criterios, se realizó una prueba One-Way ANOVA para muestras independientes y una prueba de Tukey al 95% de confianza en el programa IBM SPSS Statistics 25 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Los datos no paramétricos se analizaron con la prueba Kruskal- Wallis en el programa estadístico MedCalc (v13.0.6).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la determinación del pH se muestran en la Figura 1. Existió diferencia significativa en el pH entre los tratamientos (H=9.2319, g.l.=2, P=0.009841), siendo mayor en el tratamiento con fertilización química convencional y el testigo sin fertilización, en comparación con el área tratada con enmiendas orgánicas.

El pH es un factor variante según el tipo o composición del suelo, la región de la Comarca Lagunera se caracteriza por ser un territorio que cuenta con un tipo de suelo árido con un pH oscilante entre 7.2 a 8.3 (moderadamente alcalino) en el cual puede existir la presencia de carbonatos (Santamaría *et al.,* 2006), valore similares a los encontrados en todos los tratamientos. La disminución del pH en el área tratada con composta de estiércol bovino pudo estar relacionada con el aumento de la cantidad de MOS (Martínez *et al.,* 2008) al aplicar materia orgánica exógea, lo que refleja la capacidad reductora de pH en suelos alcalinos por la presencia de MOS. No obstante, y aún con la disminución del pH el suelo muestreado del tratamiento orgánico, sigue clasificándose dentro del rango de suelo tipo moderadamente alcalino (SEMARNAT, 2002). Al aplicarse enmiendas orgánicas, existen diversas causas que hacen variar el pH del suelo, procesos como la nitrificación (llevada a cabo por las bacterias de donde se pasa del amonio al nitrato), la mineralización de materia, la acidez generada por los diversos grupos microbianos edáficos. En suelos con presencia de carbonatos y bicarbonatos (tal caso los suelos de la Comarca Lagunera) el pH disminuye por el aumento del CO_2. Este proceso consiste en la combinación del CO_2 atmosférico con agua lo que resulta en ácido carbónico, esto al disociarse genera H^+ dando como resultado la acidificación del suelo (Carrasco, 1992).

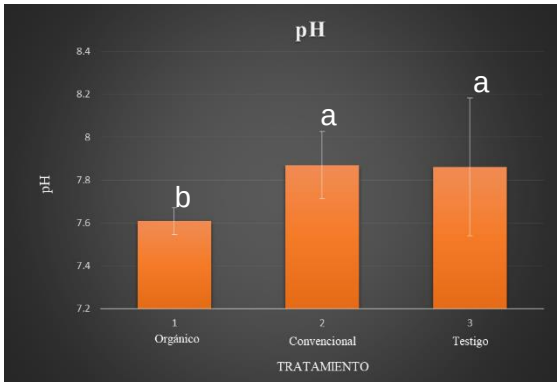


Figura 1. pH observados en suelo cultivado por Maíz en los tres diferentes tratamientos analizados. Orgánico (1), Convencional (2), Testigo (3). Las letras indican diferencias significativas (p≤0.05).

Por otro lado, la conductividad eléctrica también presentó diferencia significativa entre los tratamientos analizados (H=8.1864, g.l.=2, P=0.016686), siendo mayor tanto en los suelos con la adición de composta, como los que no han sido tratados con ningún

fertilizante (Figura 2) en relación a la fertilización química convencional, la cual parece disminuirla. La adición de materia orgánica en el suelo resulta en el también aumento de la Conductividad Eléctrica por diferentes razones, una de estas es la estrecha relación con las sales solubles de amonio, nitrato y fosfato que se pueden liberar en la descomposición de los compuestos orgánicos (Medina , 2019). Por cada tonelada de estiércol agregado al suelo, este puede recibir de15 a 50 kg de sales, dependiente a la calidad o tipo de estiércol aplicado (Castellanos, 1986). La CE es un parámetro meramente relacionado con la presencia de sales en el suelo, la cantidad de sales dependerá de la suplementación proporcionada al animal (Colín *et al.,* 2017). Así, los suelos tratados con enmienas orgánicas pueden llegar a incrementar su CE desde 0.5 hasta 1.6 d Sm^{-1} por año, dicho rango es mayor a lo obtenido en la presente investigación (0.385 dS/m tratamiento orgánico) (Trejo *et al .,* 2013).

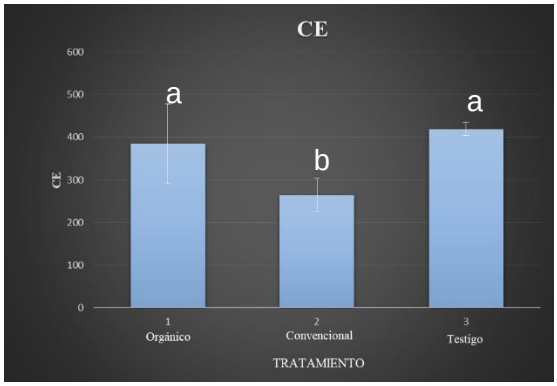


Figura 2. Conductividad eléctrica observada en suelo cultivado por Maíz en los tres diferentes tratamientos analizados. Orgánico (1), Convencional (2), Testigo (3). Las letras indican diferencias significativas (p≤0.05).

En relación al carbono orgánico presente en el suelo, existió también diferencia significativa entre los tratamientos (H=4.9336, g.l.=2, P=0.083905), siendo mayor con la adición de la composta, seguido por la fertilización química y finalmente por el testigo (Figura 3). El COS se ve directamente influenciado por el porcentaje de Materia orgánica existente en el suelo, por lo que la adición de una enmienda orgánica suele incrementar su concentración. El carbono orgánico cuenta con un papel muy importante en la actividad biológica del suelo, pues proporciona recursos energéticos a los organismos presentes en él.

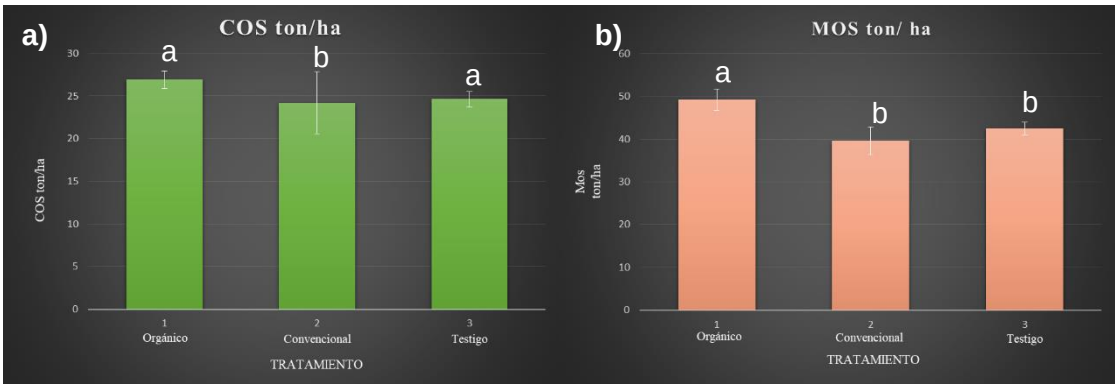


Figura 3. Contenido de COS (a) y MOS (b) por hectárea, presente en suelo cultivado por Maíz en los tres diferentes tratamientos analizados. Orgánico (1), Convencional (2), Testigo (3). Las letras indican diferencias significativas (p≤0.05).

Asimismo, la materia orgánica del suelo se afectó significativamente por los tratamientos (F= 26.439, p= .000), donde la mayor también se encontró en el tratamiento con fertilización orgánica, a comparación del testigo y el tratamiento convencional (Figura 4). La MOS son aquellos residuos orgánicos acumulados dentro de los diferentes perfiles del suelo, en los cuales existen diferentes formas biológicas. Además, la MOS se encarga de regular ciertos factores como el pH, la disponibilidad de nutrientes, retención del agua y fertilidad del suelo (Martínez *et al.*, 2008). La aplicación o adición de la composta al suelo agrícola aumentó el porcentaje de la MOS en el tratamiento orgánico, efecto debido a que ésta MOS llega a ser incorporada y descompuesta al suelo por su propia fauna y microorganismos, lo que genera un incremento de la entrada de carbono al suelo (FAO, 2017). De acuerdo con Trejo *et al.* (2013), la aplicación de estiércol bovino en cultivares de maíz forrajero incrementan hasta 2.5 puntos porcentuales de Materia Orgánica durante 5 años de aplicación, valor superior al obtenido en esta investigación (2.17%), lo cual pudo estar relacionado al tipo de enmienda orgánica aplicada o a la calidad de esta, así como al tiempo de acumulación por los tratamientos. Por otro lado, Colín *et al.* (2017) demostraron que la composta de estiércol bovino en comparación con la composta de estiércol equino aporta mayor contenido de macronutrientes (P, K) y micronutrientes (Na, Ca, Mg, Fe). Cabe destacar que la MOS en un porcentaje adecuado enriquece y mejora la estructura del suelo, evitar procesos de arrastre o erosióny favorece el desarrollo de la microfauna y macrofauna del suelo (Vázquez .,*et al* 2011). Además, de acuerdo con la NOM-021-SEMARNAT-2002, los suelos tienen un porcentaje de MOS Medio.

CONCLUSIONES

La incorporación de composta de estiércol bovino permite mejorar el pH y la C.E. del suelo. Además, permite la acumulación de COS y MOS, mejorando la salud del suelo y favoreciendo la captura de C. No obstante, es necesario seguir evaluando su dinámica a largo plazo y la composición de la MOS, a fin de evaluar la recalcitrancia de los compuestos de C que se están incorporando al suelo, así como su efecto en el microbioma, principales degradadores de la MOS. Cabe mencionar que, dada la gran producción de estiércol de animal en La Comarca Lagunera, el uso del mismo como fertilizante orgánico pudiera ser una fuente viable y rentable.

REFERENCIAS

Ahemad, M., y Kibret, M. (2014). Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective. *J. King Saud Univ. Sci.,* 26(1), 1-20.

Bailey, K.L. and Lazarovits, G. (2003) Suppressing soil-borne diseases with residue management and organic amendments. *Soil Tillage Res*., 72, 169–180.

Bonilla, N., Vida, C., Martínez-Alonso, M., Landa, B. B., Gaju, N., Cazorla, F. M., et al. (2015). Organic amendments to avocado crops induce suppressiveness and influence the composition and activity of soil microbial communities. *Appl. Environ. Microbiol.,* 81, 3405–3418.

Carrasco, M. A. (1992). El suelo como sistema químico. *Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 38, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales*, 345.

Castellanos, J. Z. (1986). Evaluación del estiercol bovino y gallinaza como fuente de fósforo en el cultivo de Alfalfa. *Agric. Tec. Mex.*, 247- 258.

Colín Navarro, V., Aviles Nova , F., Domínguez Vara , I. A., Olivares Pérez , J., López Fernández, S., & Albarran Portillo, B. (2017). *Estudios económicos y sociales de la producción pecuaria.* Estado de México : Departamento de Zootecnia .

FAO. (2017). *Carbono Orgánico del Suelo: el potencial oculto.* Roma, Italia : Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura .

He, Y., DeSutter, T., Prunty, L., Hopkins, D., Jia, X., & Wysocki, D. A. (2012). Evaluation of 1: 5 soil to water extract electrical conductivity methods. *Geoderma*, *185*, 12-17.

Lefèvre , C., Rekik, F., Alcantara , V., & Wiese , L. (2017). *Carbono Orgánico el potencial oculto.* Roma.

Luna, L., Miralles, I., Andrenelli, M. C., Gispert, M., Pellegrini, S., Vignozzi, N., y Solé-Benet, A. (2016). Restoration techniques affect soil organic carbon, glomalin and aggregate stability in degraded soils of a semiarid Mediterranean region. *Catena*., *143*, 256-264.

Martínez , E., Fuentes, J. P., & Acevedo, E. (2008). CARBONO ORGÁNICO Y PROPIEDADES DEL SUELO. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 68- 96.

Medina Garcia , D. (2019). Calidad de la materia orgánica soluble en vermicomposta elaborada con estiércol de bovino o equino y sustrato postcosecha del hongo *Pleurotus* spp. *UAEM*, 1- 44.

Santamaría, J., Geta Sánchez, D. R., Chavéz Gonzalez, F., Cueto Wong, J. A., & Romero Paredes, J. I. (2006). Caracterización del medio físico en relación a cultivos forrajeros alternativos para la comarca lagunera. En J. Santamaría, D. R. Geta Sánchez, F. Chavéz Gonzalez, J. A. Cueto Wong, & J. I. Romero Paredes, (pág. 32).

Skjemstad , J. O., & Taylor, J. A. (1999). Does the Walkley-Black Method Determine Soil Charcoal? *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 14.

SEMARNAT. (2002). *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-SEMARNAT-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de los suelos, estudio, muestreo y análisis.* Ciudad de México .

Trejo Escareño, H. I., Salazar Sosa, E., López Martínez, J. D., & Vázquez Vázquez, C. (2013). Impacto del estiércol bovino en el suelo y producción de forraje de maíz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 727- 738.

Vázquez Vázquez , C., García Hernández, J., Salazar Sosa , E., López Martínez , J., Valdez Cepeda , R., Orona Castillo , I., . . . Preciado Rangel, P. (2011). Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de chile jalapeño (Capsicum annuum L.). *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 69- 74.

Walkley, A y I.A. Black. (1934). An Examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci*., 37, 29–38.

INCIDENCIA DEL PULGÓN AMARILLO [*Melanaphis sacchari* (Zehntner)] BAJO INFESTACIÓN NATURAL EN VARIEDADES DE POLINIZACIÓN ABIERTA DE SORGO

INCIDENCE OF SUGARCANE APHID [*Melanaphis sacchari* (Zehntner)] UNDER NATURAL INFESTATION IN OPEN POLLINATION VARIETIES OF SORGHUM

Cisneros-López, Ma. Eugenia*, Aranda- Lara, Ulises, Williams-Alanís Héctor y Ortiz-Cháirez Flor Elena

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Campo Experimental Rio Bravo. Carretera Matamoros–Reynosa, km 61 Cd. de Río Bravo, Tamaulipas, *Río Bravo,* Tamaulipas, México CP 88900
***Autor principal: cisneros.maria@inifap.gob.mx**

RESUMEN

Las variedades de sorgo son una alternativa para la obtención de grano y forraje, en México. El programa de mejoramiento del INIFAP han liberado variedades de grano blanco. A la fecha no hay reportes de evaluaciones a *M. sacchari*. El objetivo de este experimento fue caracterizar variedades de sorgo en base a su respuesta al daño del pulgón amarillo en etapas tempranas del desarrollo, usando criterios fisiológicos y de crecimiento. Se estableció en el CERIB-INIFAP, el 05-08-2019, con un diseño experimental BCA, con tres repeticiones. Los genotipos experimentales de grano blanco: 195-2, 196-2, 197-1, 197-2, 197-1-1 y la variedad comercial Fortuna. Los híbridos Mezquite (tolerante) y Anzu4300 (susceptible) a *M. sacchari.* La incidencia del áfido se realizó 46, 53 y 60 DDS. Control químico Imidacloprid (105 g.i.a ha^{-1}). En el último muestreo en todas las parcelas, se determinó número hojas/planta (NH); grados Brix o total de azucares solubles del tallo, contenido clorofila y número de hojas secas/planta (NHS). Los resultados mostraron que *M. sacchari* causo una disminución de 39% de solidos solubles, clorofila 27% y el número de hojas secas se duplico. Ninguna variedad fue superior al testigo. La variedad Fortuna fue las más susceptible a *M*. *sacchari.* Además, estadísticamente fueron similares al testigo susceptible en la disminución de solidos solubles y el número de hojas secas (7.6-9.9). La pérdida de clorofila oscilo entre 26 a 33 %; excepto la variedad 197-2 con solo el 6 %. La plaga presento un nivel constante entre las fechas (598, 487 y 507 pulgones/hoja/planta).

ABSTRACT

Sorghum varieties are an alternative for obtaining grain and forage in Mexico. The INIFAP breeding program has released varieties of white grain. To date there are no evaluation reports to *M. sacchari*. The objective of this experiment was to characterize sorghum varieties based on their response to yellow aphid damage in early stages of development, using physiological and growth criteria. It was established at CERIB-INIFAP, on 05-08-2019, with an experimental BCA design, with three replications. The experimental white grain genotypes: 195-2, 196-2, 197-1, 197-2, 197-1-1 and the commercial variety Fortuna. Mezquite (tolerant) and Anzu4300 (susceptible) hybrids to *M. sacchari*. Incidence of the aphid was made 46, 53 and DDS. Imidacloprid chemical control (105 g.i.a ha-1). In the last sampling in all the plots, the number of leaves / plant (NH) was determined; Brix degrees or total soluble sugars of the stem, chlorophyll content and number of dead leaves / plant (NHS). The results showed that *M. sacchari* caused a 39% decrease in soluble solids, 27 % chlorophyll and the number of dead leaves doubled. Neither variety were superior as control. Fortuna was susceptible to *M. sacchari*. In addition, statistically they were similar to the susceptible control in the decrease of soluble solids and the number of dead leaves (7.6-9.9). Chlorophyll loss ranged from 26 to 33%; except the 197-2 variety with only 6%. The pest presented a constant level between the dates (598, 487 and 507 aphids/ leaf/plant).

INTRODUCCIÓN

En sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench] una de las estrategias para reducir los costos de producción es el uso de variedades de polinización libre (Flores *et al*., 2012). La mayoría de las variedades utilizadas en México son de grano blanco las cuales son libres de taninos (Cisneros-López *et al*., 2018). La fuente original del germoplasma en México fue ICRISAT (International Crops Research Institute for Semi arid Tropics), que empezó a trabajar a partir de los 80´s e introdujo germoplasma de grano blanco (Mendoza *et al*., 2017); este tipo de germoplasma es útil para consumo humano (Tuinstra, 2008). El programa de mejoramiento del INIFAP han liberado variedades de grano blanco para doble propósito, como Fortuna y RB-Paloma, las cuales se han adaptado incluso a regiones de Chiapas y Oaxaca (Espinosa *et al*., 2016 y Contreras *et al*., 2017); otras más recientes como el CVS-Tornasol liberado en el Valle de Culiacán como alternativa forrajera (Moreno-Gallegos *et al*., 2018). Uno de los problemas recientes que afecta al cultivo de sorgo en México es la presencia del pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari* Zehntner), plaga de importancia agronómica (Rodríguez y Terán, 2015). A la fecha ningún genotipo es inmune, el grado de tolerancia está relacionado

con factores tales como el grado de infestación y etapa fenológica del cultivo (Mbulwe *et al*., 2015). El objetivo de este trabajo fue caracterizar variedades de sorgo con base en su respuesta al daño del pulgón amarillo en etapas tempranas del desarrollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el Campo Experimental Río Bravo (CERIB), dependiente del INIFAP. El CERIB está localizado en las coordenadas geográficas 25° 57' 54" latitud Norte y 98° 01' 03" longitud Oeste, altitud 0-50 msnm, temperatura media anual 23.5 ºC y una precipitación media anual de 550 mm (Silva *et al*., 2007). El manejo agronómico del cultivo fue conforme al paquete tecnológico recomendado por INIFAP en la región (Montes-García *et al*., 2013). La fecha de siembra el 05 de agosto del 2019, bajo el sistema de riego. El diseño experimental fue bloques completos al azar, con tres repeticiones. La parcela fue de 5 m de largo x 0.80 cm ancho; dos surcos por parcela. El material genético fueron variedades experimentales de grano blanco: 195-2, 196-2, 197-1, 197-2, 197-1-1, como, testigo la variedad Fortuna (Cuadro 1). Estos fueron previamente evaluados durante cuatro ciclos agrícolas, en el CEHUAS del O-I, 2013-14, PV, 15, O-I, 2015-16 al O-I,2016-17.

Cuadro 1. Características agronómicas de las variedades experimentales.

Genotipo	ALP (cm)	DF	Ex (cm)	REN (t ha^{-1})	PB (t ha^{-1})	SEN
195-2	152	80	10.6	3.2	19.3	3.0
196-2	168	74	14.4	3.5	20.0	2.8
197-1	196	85	11.7	2.2	25.4	1.8
197-2	195	77	18.9	3.0	27.8	2.5
197-1-1	250	85	13.5	3.0	30.0	2.4
Fortuna	174	84	23.7	2.5	28.5	2.3
media	**189.2**	**80.8**	**15.5**	**2.9**	**25.2**	**2.5**

ALT=altura de planta; DF= Días al 50% de floración; EX= excersión; REN= rendimiento de grano; PB= Peso de la biomasa fresca y SEN= senescencia. Datos promedio de cuatro ambientes.

Los híbridos comerciales de grano Mezquite y Anzu 4300 los cuales han mostrado tolerancia y susceptibilidad a *M. sacchari* (Rodríguez y Terán, 2018) respectivamente, fueron utilizados como testigos, ya que a la fecha no hay variedades de polinización abierta caracterizadas por su tolerancia a esta plaga. El tratamiento químico utilizado fue Imidacloprid en dosis de 105 g.i.a ha^{-1} (Rodríguez y Terán, 2018). La primera aplicación se hizo el 02-septiembre a los 28 días después de la siembra y después de la primera a los quince días. El daño del pulgón amarillo sólo se evaluó en las parcelas sin tratamiento, porque las parcelas tratadas no presentaron colonias. La cuantificación se realizó en tres fechas durante el crecimiento vegetativo, antes de floración: 1) en el primer tercio de la

planta en la tercera hoja verdadera (20-septiembre-2019); 2) en el segundo tercio de cuarta o quinta hoja verdadera (27 de septiembre-2019 y 3) en el último tercio de la planta en la séptima hoja (04-octubre-2019). El daño del pulgón (PGP) se cuantificó, con el método propuesto por Rodríguez y Terán (2018), el cual consiste en medir el área de la colonia (cm^2) con una regla; cada centímetro equivale a 133 pulgones/hoja/planta. En el último muestreo, en todas las parcelas del experimento, con y sin tratamiento, se cuantificaron en seis plantas por parcela el número de hojas /planta (NH); grados Brix o total de azúcares solubles del tallo, medidos con un refractómetro manual (REF113/Brix/ATC 0-32 %). La senescencia se cuantifico por medio del contenido de clorofila, medido en unidades SPAD con un determinador de clorofila portátil (SPAD-502 Minolta) se realizaron tres lecturas por planta. El número de hojas secas/planta (NHS). también, se usó como indicador de senescencia (Naoura *et al*., 2019). Los ANAVA, se realizaron de dos formas de manera independiente: 1) con un arreglo factorial, donde la parcela grande fue control químico del pulgón (T= con y sin producto) y parcela chica genotipo (G= ocho materiales) y 2) con un arreglo factorial con dos factores: fechas de muestreo (FM) y genotipos (G) con sus respectivas interacciones de segundo orden. En el caso de la variable PGP, se hizo un análisis de tres factores (G, FM y T), solo se presenta la información relevante. Todos los análisis estadísticos se realizaron con PROC GLM y la prueba de medias con Tukey ($p<0.05$) del paquete estadístico SAS versión 9.3.1 (SAS, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la varianza mostró que el genotipo fue el factor que mas influyó en el número de hojas/planta; el tratamiento en la acumulación de sólidos solubles (^{o}Brix), concentración de clorofila y número de hojas secas. El bloque y el genotipo fueron los factores que más influyeron en el daño de *M. sacchari* (Cuadro 1). Desde que se reportó la plaga en México (Rodríguez y Terán, 2015) se observó que todos los híbridos comerciales eran afectados, pero unos en mayor grado que otros. En promedio hubo diferencias significativas entre bloques con 777 pulgones/hoja (Bloque 1); 408 pulgones/hoja (Bloque 2 y 3). *M. scchari* tiene por característica ser una plaga de distribución temporal y espacial, debido a que afecta en una determinada etapa fenológica del cultivo generalmente antes de iniciar la floración (Rodríguez y Terán, 2015) y su mecanismo de dispersión es por medio de individuos alados que van colonizado distintos puntos del cultivo (Hsiao *et al*., 2019); sobre todo desde los bordes, como ocurrió en este experimento. En sorgo, las variables

morfológicas cuantitativas tienen CV relativamente bajos, como se observó en este experimento para número de hojas totales (Cuadro 2). Naoura *et al*. (2019) midieron 20 caracteres fenotípicos y reportan un CV=10 % para número total de hojas y un CV= 29.5 para número de hojas verdes. Mientras, que variables como número de pulgones en sorgo, se han reportado valores de CV=73 % bajo condiciones de invernadero e infestación controlada y pérdida de clorofila de un CV= 88 %(Paulyal *et al*., 2019). Es importante mencionar, en las parcelas donde se aplicó el insecticida no presentaron colonias del áfido.

Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de la varianza. Río Bravo, Tam. P-V 2019/2019.

F.V	NH	ºBrix	SPAD	NHS	F.V	PGP
G	15.11***	4.3*	1.2 ns	25.2*	G	286455.7*
B	2.5 ns	12.7**	0.65 ns	5.0 ns	B	2731426.9***
T	0.96 ns	191.4***	53.0***	576***	F	210465.2 ns
GxT	0.10 ns	3.2*	3.7**	0.3 ns	T	50596720.9***
					GxF	177355.6 ns
					GxT	286455.7 *
CV	15	20.6	22.3	20.0	CV	86

F.V: fuentes de variación; G: Genotipo; B: Bloque; T: tratamiento con insecticida Imidacloprid; F: fecha de muestreo; GxT: interacción genotipo x tratamiento; GxF: interacción genotipo x fecha; NH: número de hojas/planta; ºBrix: contenido de sólidos solubles; SPAD: Unidades de clorofila. NHS: número de hojas secas; PGP: número de pulgones (cm^2). CV: Coeficiente de variación. Significacia estadística: * 0.01; **=.001; ***0.001.

Los parámetros de crecimiento como número de hojas/planta; fisiológicos como contenido de clorofila, solidos solubles y número de hojas secas fueron diferentes entre genotipos; y variaron su expresión por la aplicación de insecticida (Cuadro 3). Paulyal *et al*. (2019), reporta entre genotipos de sorgo de 17.9 a 41.5% de pérdida de clorofila en un estado de desarollo V5, debido a la incidencia del pulgón amarillo. La senescencia foliar no es uniforme en una población por eso se utiliza el SPAD, que es una medida de mayor precisión.

Cuadro 3. Incidencia de *M. sacchari* en sorgo granífero. Río Bravo, Tam. P-V 2019/2019.

Genotipo	NH	ºBrix (%)	SPAD	NHS
		Sin aplicación de insecticida (ST)		
195-2	9.4 b	2.7 b	26.7 ab	7.6 b
196-2	12.6 a	2.6 b	33.0 ab	9.9 a
197-1	10.9 ab	2.6 b	30.4 ab	7.5 b
197-1-1	12.7 a	2.7 b	32.0 ab	7.9 b
197-2	11.1 ab	2.4 b	37.8 ab	8.5 ab
Fortuna	10.4 ab	3.1 ab	31.9 ab	8.7 ab
Anzu 4300 (TS)	10.4 ab	3.9 ab	25.5 b	8.1 b
Mezquite (TT)	12.2 a	4.3 a	38.0 a	5.7 c
		Con aplicación de insecticida (CT)		
195-2	11.2 ab	5.4 a	40.1 ab	3.9 ab

196-2	11.5 ab	5.2 ab	44.8 ab	5.7 a
197-1	10.0 b	4.4 c	45.5 ab	3.6 ab
197-1-1	11.3 ab	4.5 bc	43.5 ab	3.7 ab
197-2	11.3 ab	4.7 abc	40.1 ab	4.3 ab
Fortuna	10.3 b	4.7 abc	45.5 ab	4.8 ab
Anzu 4300 (TS)	10.9 ab	4.9 abc	47.8 a	4.0 ab
Mezquite (TT)	13.1 a	5.0 abc	44.2 ab	3.0 c
ST media	**11.2 A**	**3.0 B**	**32.7 B**	**8.0 A**
CT media	**11.2 A**	**4.9 A**	**43.9 A**	**3.9 B**
ST-CT (%)	**0.0**	**63.3**	**34.3**	**73.7**

NH: número de hojas; ºBrix: contenido de sólidos solubles; SPAD: Unidades de clorofila. NHS: número de hojas secas/planta; TS: testigo susceptible y TT: testigo tolerante. ST: sin tratamiento; CT: con tratamiento. Insecticida Imidacloprid. Genotipos con la misma letra dentro de cada columna son iguales medias según Tukey ($p<0.05$).

Se ha reportado que los híbridos comerciales de sorgo con bajos niveles de infestación tienen un alto nivel de antixenosis (no preferencia); esto les permite evitar una pérdida importante del área foliar e índice de clorofila, como el híbrido Ámbar, a diferencia de los susceptibles (Perales *et al*., 2019). Los resultados promedio (Cuadro 3) mostraron que *M. sacchari* causó una disminución de 39% de solidos solubles, clorofila 27 % y el número de hojas secas se duplicó. La pérdida de clorofila fue similar (22.5 %) entre híbridos tolerantes y susceptibles bajo invernadero (Perales *et al*., 2019); mientras que en este experimento el más tolerante (Mezquite) perdió el 14 % de clorofila y el más susceptible 46.7 % (Anzu 4300) y esto también se reflejó en el número de hojas secas. Las variedades morfológicamente tienen diferencias como la altura de planta, longitud de la excersión y precocidad, como se mencionó en párrafos anteriores. Esta tendencia no se observó en su respuesta al daño de *M. sacchari;* porque, no hubo diferencias contrastantes entre ellas y estadísticamente fueron similares al testigo susceptible en la disminución de solidos solubles y el número de hojas secas entre 7.6-9.9 (Cuadro 3). La pérdida de clorofila osciló entre 26 a 33 %; excepto la variedad 197-2 con solo el 6 %. La variedad 197-1, se caracteriza por tener un índice de senescencia natural bajo (1.8) en relación al grupo de variedades (2.5), sin embargo, esta ventaja no se observó en este experimento. Una de las características de la incidencia de *M. sacchari* en este experimento fue el nivel constante de la plaga entre las fechas de muestreo (598, 487 y 507 pulgones/hoja). Además, su distribución fue uniforme entre los genotipos, incluso sobre el híbrido Mezquite, sobre todo en el 2º y 3º muestreo (Cuadro 4). Las diferencias entre fechas de muestreo entre genotipos se deben a la expresión diferencial entre fecha de muestreo. Siendo la etapa más vulnerable los 46 DDS, para la variedad Fortuna.

Cuadro 4. Incidencia de *M. sacchari* en sorgo granífero. Río Bravo, Tam. P-V-2019.

Genotipo	**Fecha de muestreo**			**PGP**
	20-septiembre 46 DDS	**27-septiembre 53DDS**	**04-octubre 60 DDS**	**promedio**
195-2	403.1 ab	465.5 ab	554.2 a	474 ab
196-2	692.0 ab	514.3 a	523.1 a	577 ab
197-1	555.5 ab	509.8 a	483.2 a	516 ab
197-1-1	598.5 ab	580.7 a	478.8 a	543 ab
197-2	632.9 ab	518.7 a	478.8 a	553 ab
Fortuna	1121.6 a	509.8 a	523.1 a	718 a
Anzu 4300 (TS)	654.0 ab	474.4 ab	514.3 a	548 ab
Mezquite (TT)	123.1 b	318.3 b	496.5 a	313 b
Media	**597.6 A**	**486.5 A**	**506.5 A**	**530.2**

Datos de las parcelas sin tratamiento con insecticida. DDS: días después de la siembra, TS: testigo susceptible y TT: testigo tolerante y PGP: número de pulgones/hoja/planta. *Genotipos con la misma letra dentro de cada columna son iguales medias según Tukey ($p<0.05$).

Durante el ciclo primavera verano en el Norte de Tamaulipas, se han registrado entre 362-989 pulgones/hoja (año, 2014) y 213-504 pulgones/hoja (año, 2015), en estos casos el híbrido Mezquite ha mostrado su tolerancia a la plaga y Anzu 4300 susceptibilidad (Rodríguez y Terán, 2018). La respuesta de las variedades se puede atribuir a la falta de divergencia genética de resistencia a esta plaga y a las ventajas del vigor híbrido. En híbridos de sorgo se ha encontrado diversidad genética, a la incidencia de pulgón amarillo (Aranda *et al*., 2019). No existen evaluaciones de la resistencia a esta plaga en México entre sorgos dulces y variedades doble propósito.

CONCLUSIONES

Las variedades que se caracterizaron en base al daño del pulgón amarillo, para dar respuesta al objetivo planteado en el estudio. Ninguna variedad estadísticamente fue superior al testigo. El genotipo fue el factor que más influyó en número de hojas/planta y el tratamiento, en la acumulación de sólidos solubles (ºBrix), concentración de clorofila y número de hojas secas. No fue relevante la interacción GxT, ni GxFM. *M. sacchari* se dispersó en forma uniforme entre todos los genotipos y fechas de muestreo, con un promedio de 530 pulgones/hoja, el factor de mayor peso estadístico fue el tratamiento con Imidacloprid. Es necesario ampliar los estudios de resistencia en las variedades de sorgo.

REFERENCIAS

Aranda-Lara, U., López-Benítez, A., Flores-Naveda, A., Zamora-Villa, V.M. Rodríguez-del-Bosque, L. A. and Rooney, W.L. 2019. Susceptiblity of Sorghum Hybrids to the Sugarcane Aphid, *Melanaphis sacchari*, in Central Mexico. South. Entomol. 44: 771-774.

Cisneros, L. M.E., Montes, G. N., Ortiz, Ch. F.E. y Alvarez, O. M. G. 2018. Caracterización morfológica y fisioquímica de sorgos para grano. 30 Semana Internacional de Agronomia. Universidad Juárez Estado de Durango. 34-39 p.

Contreras, H. J.R. Espinosa, P. H., Montes, G. N. O. y Ortíz, H. L. 2017. Tecnología de producción de sorgo dulce en el Istmo de Oaxaca. INIFAP-CIRPAS-Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Folleto Técnico No. 50. 49p.

Espinosa, P. N., Montes, G.N., Espinosa, P. H. y Martínez, S. J. 2016. Tecnología de producción de sorgo dulce (*Sorghum bicolor* L. Moench) para la producción de etanol en la depression Central de Chiapas. INIFAP-CIRPAS-Campo Experiental Valles Centro de Chiapas. Folleto técnico No. 26. 12p.

Hsiao-Hsuan, W. William, E.G., Norman, C. Elliott, M.J., Brewerc, T.E., Koralewskia, J.K. *et.al*. 2019. Westbrookd, Tavvs M. Alvesc, Gregory A. SwordeIntegrated modelling of the life cycle and aeroecology of wind-borne pests in temporally-variable spatially-heterogeneous environment. Ecol. Model. 399: 25-38.

Mbulwe, L., Peterson, G.C., Armstrong, J.S. and Rooney, W.L. 2015. Registration of sorghum germplasm Tx3408 and Tx3409 with tolerance to sugarcane aphid *Melanaphis sacchari* (Zehntner). J. Plant Regist. 10: 51–56. doi: 10.3198/jpr2015.04.0025crg.

Mendoza-Onofre, L. E., M. E. Cisneros-López, M. Galicia-Juárez, y M. Hernández-Martínez. 2017. Líneas mantenedoras (líneas B) y restauradoras (líneas R) de sorgo granífero adaptadas a los Valles Altos Centrales de México. Rev. Fitotec. Mex. 40: 107-110.

Montes, G. N., E. Vargas V., J. R. Salinas G., M. Espinosa R. y R. Loredo P. 2013. Tecnología de Producción de Sorgo Dulce para la elaboración de Bioetanol en Tamaulipas. INIFAP-CIRNE-CERIB. Folleto Técnico No. 21.26 p.

Moreno, G. T., Melgoza, V. C., Hernández, E. L., López, G. J., Moreno, H. J. y Loaiza Meza A. 2018. VCS-Tornasol: cultivar de sorgo blanco forrajero para el estado de Sinaloa. Rev. Mex. Cienc. Agric.9(8): 1827-1831.

Naoura, G., Sawadogo, N., Atchozou, E.A. et al. 2019. Assessment of agro-morphological variability of dry-season sorghum cultivars in Chad as novel sources of drought tolerance. Sci Rep 9, 19581.

Paudyal, S, Armstrong J. S., Giles KL, Payton M. E, Opit, G. P. and Limaje, A. 2019. Categories of resistance to sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae) among sorghum genotypes. J. Econ. Entomol. 112:1932–1940.

Perales-Rosas, D., Hernández-Pérez, R., López-Martínez, V., Andrade-Rodríguez, M., Alia-Tejacal, I., Juárez-López, P., Perdomo-Roldán, F. y Guillén-Sánchez, D. 2019. Evaluation of antibiosis, antixenosis, and tolerance of *Melanaphis sacchari*/sorghi in sorghum hybrids evaluación de la antibiosis, antixenosis, y tolerancia de Melanaphis sacchari/sorghi en híbridos de sorgo. South. Entomol. 44: 763-769. doi:10.3958/059.044.0321.

Rodríguez del Bosque, L.A. y Terán, A.P. 2018. Manejo integrado del pulgón amarillo del sorgo en Tamaulipas. INIFAP-CIRNE-CERIB. Folleto Técnico No. 72. 64 p.

Rodríguez-del-Bosque, L.A. and Terán. A. P. 2015. *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae): A new sorghum insect pest in Mexico. South. Entomol. 40: 433-434. doi: 10.3958/059.040.0217.

SAS. Statistical analysis system. 2006. SAS User´s Guide; Statistics (Version 9.3.1). SAS Institute Inc. Cary, NC.

Silva, S. M. M., M. A. Cano, G. Díaz, V. Serrano, J. A. Ruiz y G. Medina. 2007. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Tamaulipas (1961-2003). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Río Bravo. Libro Técnico No. 2. 307 p.

Tuinstra, M. R. 2008. Food-grade sorghum varieties and production considerations: a review. J Plant Interact. 3:69-72.

LEVADURAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL ASOCIADAS A LA RAZA DE MAÍZ ELOTES CÓNICOS

PLANT GROWTH PROMOTING YEAST ASSOCIATED WITH CONICAL COBS LANDRACE OF MAIZE

Zelaya-Molina Lily X[1], Palacios-Olvera Jacqueline[2], Reséndiz-Venado Zoe[2], Arteaga-Garibay Ramón I.[1], Ramos-Garza Juan[2].

[1]Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP, Blvd. de la Biodiversidad # 400, Rancho las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, C.P. 47600. [2]Universidad del Valle de México-Campus Chapultepec, Observatorio No. 400, C.P. 11810. Ciudad de México,
lilyzelayam@yahoo.com.mx

RESUMEN

Uno de los principales problemas que enfrenta el cultivo de maíz, es la generación de una producción que utilice alternativas amigables con el medio ambiente, como el empleo de biofertilizantes o biofungicidas desarrollados a partir de microorganismos; problemas a los que también se enfrentan las razas mexicanas de maíz. Por esto, el objetivo del presente trabajo fue aislar y caracterizar el potencial de promoción de crecimiento vegetal de levaduras asociadas específicamente a la raza de maíz elotes cónicos. Se colectaron plantas de maíz de la raza elotes cónicos para aislar cepas de levaduras de la filosfera, rizosfera y endosfera. Posteriormente, se evaluó la producción de sideroforos, ácido indolacético, pectinasas, amilasas, y celulasas; así como la solubilización de fosfato, tolerancia al estrés osmótico, e inhibición del crecimiento de cepas de *Fusarium*. Las cepas se identificaron con el análisis filogenético de la región ITS. En total, se aislaron 86 cepas de levaduras que tuvieron una producción enzimática baja y variable, y no inhibieron el crecimiento de las cepas de *Fusarium*. Particularmente las cepas *Cryptococcus* sp. Y55 y *Rhodotorula* sp. Ry27 incrementaron la longitud de raíz y hojas de las plantas de maíz. Las cepas se identificaron en los géneros *Clavispora*, *Rhodotorula*, *Cryptococcus*, *Naganishia*, *Olicoccozyma, Aureobasidium*, predominando *Rhodotorula* y *Clavispora*. Finalmente, los resultados señalan que *Cryptococcus* sp. Y55 y *Rhodotorula* sp. Ry27 son cepas potenciales para el desarrollo de un bioproducto para maíz.

ABSTRACT

One of the main problems facing maize crop is the generation of a production that uses environmentally friendly alternatives, such as the use of biofertilizers or biofungicides developed from microorganisms; problems that the Mexican maize races also face. For this

reason, the objective of the present work was to isolate and characterize the potential of plant growth promotion of yeasts specifically associated with the conical cobs maize landrace. Maize plants of the conical cobs landrace were collected to isolate yeast strains from the phyllosphere, rhizosphere and endosphere. Subsequently, the production of siderophores, indolacetic acid, pectinases, amylases, and cellulases was evaluated; as well as phosphate solubilization, tolerance to osmotic stress, and growth inhibition of *Fusarium* strains. The strains were identified by phylogenetic analysis of the ITS region. In total, 86 yeast strains were isolated, they had low and variable enzyme production, and did not inhibit the growth of the *Fusarium* strains. Particularly, the strains *Cryptococcus* sp. Y55 and *Rhodotorula* sp. Ry27 increased the root and leaf length of maize plants. The strains were identified in the genera *Clavispora*, *Rhodotorula*, *Cryptococcus*, *Naganishia*, *Olicoccozyma*, *Aureobasidium*, with *Rhodotorula* and *Clavispora* prevailing. Finally, the results indicate that *Cryptococcus* sp. Y55 and *Rhodotorula* sp. Ry27 are potential strains for the development of a bioproduct for maize.

INTRODUCCIÓN

EL maíz es uno de los cultivos de mayor importancia alimentaria e industrial en el mundo. En México las razas presentes tienen menor superficie de siembra, y son principalmente de autoconsumo o venta local; sin embargo, su producción es afectada por diversos factores bióticos y abióticos. De acuerdo con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), la producción mundial de maíz en el ciclo comercial 2018/19 se ubicó en 1,123 millones de toneladas, correspondiendo el 86.7% a maíz blanco, 12.9% a maíz amarillo y 0.4% a otros tipos de grano. La USDA reporta que durante el ciclo 2018/19, México ocupó el séptimo sitio, produciendo el 2.5% de la producción mundial de maíz (27.2 millones de toneladas).

Uno de los principales problemas que enfrenta la agricultura a nivel mundial y nacional, que incluye el cultivo de maíz, es la generación de una producción basada en alternativas amigables con el medio ambiente. De entra las estrategias implementadas con este objetivo, se encuentra el empleo de productos biológicos, como biofertilizantes o biofungicidas desarrollados a partir de cepas, mezclas o consorcios de microorganismos que establecen relaciones simbióticas con las plantas hospederas o activan la comunidad microbiana presente en el suelo o planta. En este aspecto, las interacciones planta-microorganismo, desarrolladas por mecanismos de adaptación a lo largo de la evolución, que suceden en los diferentes ambientes de una planta: filósfera, rizósfera y endosfera, son

de gran interés para conocer el potencial de la diversidad microbiana cultivable asociada al interior de los tejidos vegetales y en la superficie de la planta, para ser utilizadas en varios campos industriales y biotecnológicos, con la finalidad de obtener cepas microbianas resistentes a condiciones de osmolaridad extrema, que favorezcan la disponibilidad de nutrientes a la planta, sinteticen reguladores de crecimiento o inhiban el crecimiento de fitopatógenos (Knief et al., 2012). A partir del maíz se han estudiado diferentes microorganismos con capacidad de promoción de crecimiento vegetal que aumentan el rendimiento del cultivo; entre estos destacan las levaduras, microorganismos que juegan un papel importante en el desarrollo y producción de las plantas, y su estudio puede aportar cepas potenciales para el desarrollo de bioproductos agrícolas que incrementen la producción de los cultivos (Limtong et al., 2012; Ignatova et al., 2015).

En el municipio de Cuautepec de Hinojosa, en el estado de Hidalgo, la producción de maíz de las variedades de granos rojos y azules de la raza elotes cónicos, es baja debido a factores climáticos y enfermedades fungosas, por tal motivo, es de gran interés la generación de un bioproducto a partir de los microorganismos de la microbiota del mismo cultivo, que pueda incrementar la producción al favorecer el crecimiento de las plantas e inhibir los fitopatógenos. Por estas razones, el objetivo del presente trabajo fue aislar y caracterizar el potencial de promoción de crecimiento vegetal de levaduras asociadas a la endosfera, filósfera y rizósfera de variedades con granos rojos y azules de la raza de maíz elotes cónicos, del municipio de Cuautepec de Hinojosa, Hidalgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron 24 plantas de maíz de la raza elotes cónicos en La Paila, municipio de Cuautepec de Hinojosa, Hidalgo, 12 plantas de la variedad con granos rojos y 12 de la variedad con granos azules. Para obtener cepas de la filosfera, rizosfera y endosfera de las plantas de maíz, a partir de 1 g de suelo rizosférico, 1 ml de agua donde se agitaron las hojas por 30 min, y 1g de hojas y raíz desinfestadas con alcohol 90% e hipoclorito de sodio 5%, se prepararon diluciones seriales que se dispersaron en medio extracto de levadura peptona dextrosa (YPD), que se incubó por 2 días a 28 °C. Las cepas de levaduras que se observaron se aislaron y conservaron en glicerol al 30% a -80 °C.

El potencial de producción de enzimas y de metabolitos secundarios de las levaduras se evaluó inoculando suspensiones de las cepas a una DO de 0.5 (620 nm) en los medios: CAS para sideroforos, TSA adicionado con triptófano (1 mg ml-1) para producción de ácido indolacético, medio Pikosvskata para solubilización de fosfato, medio Casteñada con

pectina y almidón como fuentes de carbono, para pectinasas y amilasas, respectivamente, y rojo congo para producción de celulasas; así como medio Castañena adicionado con NaCl ((3%,5% y 8%) para estrés osmótico. Además, se realizaron pruebas de antagonismo en cultivos duales en PDA, para evaluar la inhibición del crecimiento de las cepas de *Fusarium. incarnatum* (CM-CNRG 448), *F. funjikuroi* (CM-CNRG 457), F*. graminearum* (CM-CNRG 463), y *F. oxysporum* (CM-CNRG 447), causantes de pudrición de mazorcas. El efecto de las cepas en el crecimiento vegetal se evaluó en un bioensayo al inyectar 10 μl de una suspensión a una concentracióonce de 0.5 del nefelómetro de McFarland de cada una de las cepas seleccionadas, en plántulas de maíz de granos rojos o azules de 1 semana de germinación, las plantas se evaluaron 3 semanas después de la inoculación.

Para la identificación molecular de las cepas, se extrajó DNA de cultivos de 24 h con el Kit Quick DNA (Zymo Research), posteriormente se amplificó y secuenció la región ITS. El árbol filogenético de la región ITS se construyó con el método de máxima verosimilitud en Mega X (Kumar et al., 2018) con 1000 repeticiones bootstrap.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De muestras de filosfera, rizosfera y endosfera de plantas de maíz de la raza elotes cónicos con granos rojos y azules (Figura 1), se aislaron en total 86 cepas de levaduras. Las pruebas enzimáticas mostraron que la producción de enzimas fue baja y variable entre las cepas; sólo el 5.74% de las cepas produjeron pectinasas, 5.74% proteasas y 10.34% celulasas, posiblemente sólo algunas cepas específicas de los diferentes ambientes de la planta pueden realizar estas funciones.

Figura 1. Muestras de mazorca de las variedades de granos rojos y azules de la raza elotes cónicos, provenientes del estado de Hidalgo.

Alrededor del 33% de las cepas mostraron tolerancia al estrés osmótico, al crecer en medio con 8% de NaCl, sugiriéndose que los aislados son buenos candidatos para crecer bajo estas condiciones. Las pruebas *in vitro* de promoción de crecimiento vegetal evidenciaron que sólo el 14.94% de las cepas produjeron sideróforos. Sin embargo, el 90% de las cepas fueron productoras de AIA; es importante señalar que la producción de este regulador de crecimiento es una de las principales actividades en que están participando las cepas de levaduras en los diferentes ambientes de las plantas de maíz. Además, en el bioensayo con las cepas *Cryptococcus* sp. Y55 (Figura 2) y *Rhodotorula* sp. Ry27, las cepas con mayor número de positivas de las actividades metabólicas evaluadas, se observó un incremento de 10-25% en la longitud de raíz y hojas de maíz azul y rojo, respectivamente.

Figura 2. Bioensayo de promoción de crecimiento vegetal en plantas de maíz de la raza elotes cónicos con granos azules, inoculadas con la cepa *Cryptococcus* sp. Y55*.*

Adicionalmente, las evaluaciones de antagonismo mostraron que ninguna de las cepas de levaduras inhibió el crecimiento de las 4 cepas de *Fusarium*, lo que sugiere posiblemente este grupo de microorganismos no participa en el control de este microorganismo en ninguno de los ambientes de las plantas de maíz con granos rojos y azules.

La identificación molecular mediante el análisis filogenético de la región ITS, identificó a las cepas de levaduras en 7 géneros: 37 % de las cepas pertenecen a *Clavispora*, 24% a *Rhodotorula*14% a *Cryptococcus* 3% a *Naganishia*, 3% a *Olicoccozyma,* 2% a *Aureobasidium*, y 1% a *Holtermanniella*. Estos resultados son de gran interés ya que previamente se han descrito cepas de *Clavispora* y *Cryptococcus* que inhiben el crecimiento de fitopatógenos de maíz, y cepas de *Rhodotorula* que producen reguladores de crecimiento como AIA.

CONCLUSIONES

Los géneros de levaduras predominantes en las plantas de maíz de la raza elotes cónicos con granos rojos y azules fueron *Rhodotorula* y *Clavispora*, realizando funciones de promoción de crecimiento vegetal en la rizósfera, endosfera y filósfera de maíz. Así mismo, los resultados señalan que las cepas *Cryptococcus* sp. Y55 y *Rhodotorula* sp. Ry27 podrían ser una buena opción para el desarrollo que incremente la producción del cultivo de maíz en el municipio de Cuautepec de Hinojosa, Hidalgo.

REFERENCIAS

Knief C, Delmotte N, Chaffron S. 2012. Metaproteogenomic analysis of microbial communities in the phyllosphere and rhizosphere of rice. ISME, 6:1378-1390.

Kumar S, Stecher G, Li M, Knyaz C, and Tamura K. 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. Mol Biol Evol, 35:1547-1549.

Ignatova L, Brazhnikova Y, Berzhanova R, Mukasheva T. 2015. Plant growth-promoting and antifungal activity of yeasts from dark chestnut soil. Microbiol Res, 175:78-83.

Limtong S, Koowadjanakul N. 2012. Yeasts from phylloplane and their capability to produce indole-3-acetic acid. World J Microb Biot, 28:3323-3335.

LIXIVIADO DE VERMICOMPOST EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

VERMICOMPOST LEACH IN YIELD AND QUALITY OF TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.)

Sánchez-Bernal Francisca, Freddy Geovanny López Hernández[2], Víctor Martínez Cueto[1], Juan Manuel Nava Santos[1], Genoveva Hernández Zamudio[3],

[1] Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna Periférico Raúl López Sánchez S/N, Colonia Valle Verde C.P 27054, Torreón, Coahuila, México, [2]Tesista del programa Docente de Ingeniero Agrónomo Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. [3] Departamento de Agroecología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna
e-mail: fransanber63@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y calidad de tomate tipo saladette variedad Río Grande fertilizado con lixiviado de vermicompost, bajo condiciones de invernadero. Los tratamientos evaluados fueron, T_1 Testigo (100% Steiner), T_2 (60% Lixiviado VC), T_3 (80% Lixiviado VC), y T_4 (100% Lixiviado VC) y se establecieron bajo un diseño completamente al azar Las variables evaluadas fueron, diámetro polar, diámetro ecuatorial, grosor de pulpa, sólidos solubles totales, peso de fruto y rendimiento. Los resultados indican que el lixiviado de vermicompost al 60% afectó las variables de calidad de fruto, diámetro ecuatorial, diámetro polar y grosor de pulpa; mientras que la solución nutritiva Steiner influyó en las variables peso de fruto y rendimiento. Sin efectos en los sólidos solubles totales. El lixiviado de vermicompost al 60% es una alternativa viable que permite sustituir la fertilización tradicional en la producción de tomate bajo condiciones de invernadero.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the yield and quality of Rio Grande variety saladette tomato fertilized with vermicompost leachate, under greenhouse conditions. The evaluated treatments were, T1 Control (100% Steiner), T2 (60% Leachate VC), T3 (80% Leachate VC), and T4 (100% Leachate VC) and were established under a completely randomized design The variables evaluated were , polar diameter, equatorial diameter, pulp thickness, total soluble solids, fruit weight and yield. The results indicate that the 60% vermicompost leachate affected the variables of fruit quality, equatorial diameter, polar diameter and pulp thickness; while the Steiner nutrient solution influenced the fruit weight and yield variables. No effect on total soluble solids. The 60% vermicompost leachate is a

viable alternative that allows replacing traditional fertilization in tomato production under greenhouse conditions.

INTRODUCCIÓN

Entre los sistemas de producción orgánica bajo condiciones controladas, la producción de hortalizas con aplicación de enmiendas orgánicas es una práctica que se ha extendido a escala mundial (Rodríguez *et al*., 2009). La importancia en el uso de sustratos se ven reflejado en la calidad y producción de tomate., Por definición a un sustrato es cualquier medio solido (orgánico, inorgánico o mezcla) que se utilice para cultivar plantas en contenedores, el cual le proporciona a las plantas las condiciones adecuadas para su desarrollo, además permiten el anclaje del sistema radical, que desempeña así un papel de soporte para la planta, pudiendo intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta (Pineda, 2010).

Una alternativa para satisfacer la demanda nutricional de los cultivos además de disminuir los costos y la dependencia de los fertilizantes sintéticos es la utilización de algunos materiales orgánicos líquidos como extracto liquido de estiércol, lixiviado de compost o vermicompost, te de compost y te de vermicompost (Preciado *et al*., 2011). Existen evidencias de que la incorporación de composta y vermicomposta a los suelos y sustratos de crecimiento favorecen el desarrollo y la productividad de diversos cultivos hortícolas, tales como el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), ajo (*Allium sativum* L.), fresa (*Fragaria vesca* L.) entre otras especies de interés comercial (Márquez- Quiroz et al., 2014).

Debido a la aceptación de los productos de este tipo, la superficie destinada a la agricultura orgánica se ha registrado tasas de crecimiento mundial superiores a 25% anual; además los productos orgánicos tienen sobreprecios de 20 a 40% con respecto a los productos tradicionales (Rodríguez et al., 2009). Debido a esto, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar el porcentaje de lixiviado de vermicompost que incrementa el rendimiento y calidad de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se estableció en un invernadero del departamento de Horticultura en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada en la Carretera a Santa Fe y Periférico Raúl López Sánchez Km 1.5, en la Ciudad de Torreón, Coahuila. El invernadero es semicircular con dimensiones de

10 x 23 m, con cubierta plástica transparente, malla sombra para disminuir la intensidad lumínica y un sistema de regulación térmica automático. La variedad de tomate evaluada fue Rio Grande tipo Saladette de crecimiento determinado, es una planta vigorosa con frutos extra grandes, de forma oval y maduración uniforme, de paredes gruesas, ideal para cultivos de primavera-verano. Se utilizó una densidad de cuatro plantas por m^2, estableciendo una plántula con altura promedio de 10 a 13 cm, presentando de dos a tres pares de hojas verdaderas, en bolsas de polietileno negro de 15 kg, las cuales se llenaron con un sustrato a base de arena-perlita (90:10). Las plantas de tomate se condujeron a un tallo, eliminando los brotes axilares conforme aparecían. También se eliminaron hojas senescentes para un mejor desarrollo de la planta, favoreciendo la entrada de luz y ventilación de la planta. Dejando una hoja por racimo para el buen desarrollo del fruto. Para conducir verticalmente la planta, se apoyó en un tutor, que consistió en un hilo de polipropileno, sujeto a un alambre transversal a lo largo del invernadero. Para el control de plagas y enfermedades se realizó un monitoreo semanal revisando la incidencia de algún organismo patógeno, así como su identificación para la aplicación del insumo y dosis adecuadas. El suministro de agua y la aplicación de los tratamientos, se realizó de forma manual por la mañana y tarde. La polinización se realizó manualmente por la mañana entre las 9:00 y 11:00 h sacudiendo la planta o el hilo de polipropileno que conduce el tallo, al inicio de la antésis de las flores. Los tratamientos se ordenaron en un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y 10 repeticiones, la unidad experimental consistió en una maceta por repetición, colocando una planta en cada unidad. Los tratamientos consistieron en tres porcentajes de lixiviado de vermicompost (LVC), el tratamiento utilizado como testigo fue el T_1 SN Steiner, Cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados en la producción de tomate tipo saladette con porcentajes de lixiviado de vermicompost (LVC).

Tratamiento	Descripción
T_1 (Testigo)	100% Steiner
T_2	60% LVC.
T_3	80% LVC
T_4	100% LVC

Las variables evaluadas fueron:

Rendimiento. Se cosecharon los frutos de 10 plantas por tratamiento, cuando los frutos presentaban un color rojo en 1/3 a 2/3 del fruto. La totalidad de los frutos cosechados se pesaron en una balanza (Ultra Ship -75) con capacidad de 34 kg.

Tamaño de fruto. (diámetro polar y ecuatorial). Se midieron con un vernier digital (STEREN).

Grosor de pulpa. Se utilizó una regla grabada determinando los mm de la pulpa de cada fruto, cortando de forma transversal por la mitad.

Solidos solubles totales (°Brix). Se utilizó un refractómetro óptico manual master 0.0-53.0 Brix (ATAGO® Master 2352).

Análisis estadístico. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza con el programa estadístico SSPS (SSPS 2008) y la prueba de comparación de medias con Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento total por planta. Después de realizar el análisis estadístico, se determinó significancia $P \leq 0.01$ entre los diferentes tratamientos evaluados. El tratamiento que presentó el mayor rendimiento fue el testigo T_1 (Steiner), seguido del T_2 (LVC 60%). La media general fue de 419 g, y de acuerdo con el número de plantas por m^2 se obtiene un rendimiento de 16.5 ton-ha^{-1} (Cuadro 2). El mayor rendimiento obtenido por T1 (Steiner) se fundamenta en que las plantas obtienen los nutrientes más eficientemente cuando se emplea una solución balanceada y en las formas iónicas que ellas pueden aprovechar (Preciado *et al.,* 2011). Castro *et al*., (2004) señalan que el suministro de nitrógeno está asociado con niveles adecuados de clorofila, crecimiento vegetativo, alta actividad fotosintética y con la síntesis de carbohidratos, de los cual depende el rendimiento.

Cuadro 2. Valores medios de rendimiento de tomate tipo Saladette obtenidos al fertilizar a diferentes porcentajes de lixiviado de vermicompost (LVC).

Tratamientos	Peso de fruto (g)	Rendimiento estimado (ton ha^{-1})
T_1 (Steiner)	633a	25a
T_2 (LVC 60%)	490b	19b
T_3 (LVC 80%)	298c	12c
T_4 (LVC100%)	255c	10c

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey $P \leq 0.01$

Calidad del fruto

Tamaño de frutos. El diámetro polar y ecuatorial fueron afectados por los distintos tratamientos evaluados $P \leq 0.05$. El T_2 (LVC 60%) fue el que sobresalió con 4.4 y 6.2 cm de diámetro ecuatorial y polar, respectivamente, seguido del tratamiento Testigo con 3.7 y 5.0 cm para las mismas variables. La media general obtenida fue de 3.7cm, para diámetro ecuatorial y 5.1 cm para diámetro polar. Los resultados anteriores se fundamentan en que el lixiviado de vermicompost además de aportar nutrientes en forma iónica y disponibles para las plantas, está parcialmente compuesta por ácidos húmicos y otras sustancias biológicamente activas, las cuales actúan como reguladores del crecimiento vegetal, favoreciendo un mayor crecimiento de las plantas (Theunissen et al.,2010; Pant et al., 2012).

Grosor de pulpa. El análisis estadístico muestra que la variable grosor de pulpa fue afectada por los distintos tratamientos evaluados $P \leq 0.05$, sobresaliendo el T_2 (60% LVC), con 0.75 mm, el cual es estadísticamente igual al Testigo, con 0.68 mm. Uno de los derivados del vermicompostaje son los lixiviados de vermicompost, que se caracteriza por ser un abono liquido muy rico en nutrimentos, con gran cantidad de microorganismos benéficos (Edwards et al., 2010) y agentes promotores del crecimiento como los ácidos húmicos y fúlvicos (Arancon et al., 2007). Rodríguez *et al.,* (2008), en combinación del híbrido “Big Beef” con sustratos orgánicos en invernadero encontró para esta variable medias de 0.70 mm, resultado similar al obtenido en este trabajo.

Sólidos solubles totales. El análisis estadístico no mostro influencia sobre la variable sólidos solubles totales entre los distintos tratamientos evaluados $P \leq 0.05$ (°Brix), Cuadro 3. Los valores determinados oscilan entre 5.6 y 4.3, con un promedio general de 5.53. (Vázquez *et al*., 2015) encontraron valores medios que oscilan entre 4.21 y 4. 51 con el uso de soluciones nutritivas orgánicas. Los valores obtenidos en este trabajo cumplen con los requerimientos de solidos solubles que van de 4.0 a 5.5 °Brix, para ser considerado tomate fresco de buena calidad (Preciado *et al.,* 2011).

Cuadro 3. Valores para las variables de calidad de fruto para tomate tipo Saladette obtenidas al fertilizar con diferentes porcentajes de lixiviado de vermicompost (LVC)

Tratamientos	Diámetro ecuatorial cm	Diámetro polar cm	Grosor de pulpa mm	SST (°Brix)
T_1 (Steiner)	3.7b	5.0b	0.68ab	5.6a
T_2 (LVC 60%)	4.4a	6.2a	0.75a	5.6a
T_3 (LVC 80%)	3.6bc	4.7b	0.62bc	4.7a
T_4 (LVC100%)	3.1c	4.2b	0.56c	4.3a

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey $P \leq 0.0$

CONCLUSIONES

El rendimiento y calidad de fruto de tomate fueron afectados por el lixiviado de vermicompost a diferentes porcentajes. La solución nutritiva Steiner afectó en particular el peso de fruto y rendimiento, obteniendo los resultados más altos. El lixiviado de vermicompost al 60% influyó directamente en las variables de calidad de fruto, excepto para sólidos solubles totales, en donde no se determinó diferencia significativa, siendo una alternativa viable para ser utilizado en la producción de tomate bajo condiciones de invernadero.

REFERENCIAS

Arancon, N. Q., C. A. Edwards, R. Dick, y L. Dick. 2007. Vermicompost tea production and plant growth impacts. Biocycle 48:51.

Castro-Brindis, R; A. Galvis-Spínola; P. Sánchez-García; A. Peña-Lomelí; M. Sandoval-Villa; G. Alcantar-González. 2004. Demanda de nitrógeno de cascara (Physalis ixocarpa Brot.) Revista Chapingo Serie Horticultura. 10: 147-152.

Edwards, C. A., A. Askar, M. Vasko-Bennett, y N. Arancon. 2010. The use and effectsof aqueous extracts from vermicompost or teas on plant growth and yields. CA Edwuards, N. Arancon and R. Sherman (Eds): 235-248.

Márquez-Quiroz, C.; P. Cano-Ríos; A. Moreno-Reséndez; U. Figueroa-Viramontes; E. Sánchez-Chaves; E. De la Cruz-Lázaro; y V. Robledo-Torres. 2014. ITEA 110: 3-17.

Pant, A. P., T. J. Radovich, N. V. Hue, y R. E. Paull. 2012. Biochemical properties of compost tea associated with compost quality and effects on pak choi growth. Scientia horticulturae 148: 138-146.

Pineda, P.J. 2010. Sustratos orgánicos: elaboración, manejo y principales usos. Universidad Autónoma de Chapingo. Colegio de posgraduados. Texcoco, Estado de México.

Preciado-Rangel, P.; M. Fortis-Hernández; J. L. García-Hernández; E. O. Rueda-Puente; J.R. Esparza-Rivera; A. Lara-Herrera; M. A. Segura-Castruita; J. A. Orozco-Vidal. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. Interciencia 36: 689-693.

Rodríguez-Dimas, N.; P. Cano-Ríos; U. Figueroa-Viramontes; A. Palomo-Gil; E. Favela-Chávez, V. P. Álvarez-Reyna; C. Márquez-Hernández; y A. Moreno-Reséndez. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Fitotecnia Mexicana 31: 265-272.

Rodríguez-Dimas, N.; P. Cano-Ríos; U. Figueroa-Viramontes; E. Favela-Chávez; A. Moreno-Resendez; C. Márquez-Hernández; E. Ochoa-Martínez y P. Preciado-Rangel. (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Terra latinoamericana 27: 319-327.

Theunissen, J., P. Ndakidemi, y C. Laubcher. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. I nternational Journal of Physical Sciences 5: 1964-1973.

Vázquez-Vázquez, P.; M.Z. García-López; M.C. Navarro-Cortez; D. García-Hernández. 2015. Efecto de la composta y te de composta en el crecimiento y producción de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) en invernadero. Revista Mexicana de Agronegocios. 36: 1351-1356.

MAPEO DEL PESO VERDE Y COBERTURA ARBUSTIVA DE *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. CON DATOS ESPECTRALES DEL SATELITE SENTINEL-2

MAPPING OF THE GREEN WEIGHT AND SHRUB COVERAGE OF *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. WITH SPECTRAL DATA FROM SATELITE SENTINEL-2

Hernández-Ramos, Adrián[*], Antonio Cano-Pineda[1], Enrique Buendía-Rodríguez[2], Juan Carlos Tamarit-Urias[3], Jonathan Hernández-Ramos[4].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Saltillo. [2]INIFAP-Campo Experimental Valle de México. [3]INIFAP-Campo Experimental San Martinito. [4]INIFAP-Campo Experimental Chetumal. *Autor de correspondencia. Correo: hernandez.adrian@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se mapearon las variables forestales de peso verde y cobertura arbustiva a nivel predial de *Euphorbia antisyphilitica* mediante regresión lineal múltiple con datos espectrales del satélite SENTINEL-2 y datos de campo de 30 sitios de muestreo. El análisis demostró que las variables alométricas presentaron relación negativa con las bandas espectrales de SENTINEL-2 y positivas en los índices de vegetación. La variable de mayor correlación fue la banda infrarroja, para ambas variables forestales. El método Stepwise señala que el modelo lineal con las variables explicativas de índices de vegetación DVI y SAVI, y una $R^2_{Ajustada}$ de 0.35 y 0.36 para peso verde (Mg ha^{-1}) y cobertura arbustiva (m^2 ha^{-1}), respectivamente, es el mejor estadísticamente. Se generaron dos mapas de distribución espacial de las variables forestales, las cuales mostraron un comportamiento similar. Es posible el mapeo de la distribución espacial del peso verde y la cobertura arbustiva de *E. antisyphilitica* a partir de datos de un inventario forestal y variables espectrales mediante regresión lineal múltiple.

ABSTRACT

Forest variables of green weight and bush cover at the farm level of *Euphorbia antisyphilitica* were mapped using multiple linear regression with spectral data from the SENTINEL-2 satellite and data from 30 sampling sites. The analysis showed that the allometric variables showed a negative relationship with the SENTINEL-2 spectral bands and positive ones in the vegetation indices. The variable with the highest correlation was the infrared band, for both forest variables. The Stepwise method indicates that the linear model with the explanatory variables of vegetation index DVI and SAVI, and an adjusted R^2 of 0.35 and

0.36 for green weight (Mg ha^{-1}) and bush cover (m^2 ha^{-1}), respectively, is the better statistically. Spatial distribution maps of forest variables were generated, which showed similar behavior. Mapping the spatial distribution of green weight and bush cover of *E. antisyphilitica* is possible from data from a forest inventory and spectral variables using multiple linear regression.

INTRODUCCIÓN

Las variables forestales de interés en el aprovechamiento no maderable de *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. se cuantifican a partir de métodos tradicionales que representan gran inversión de tiempo y recursos (Cruz-Leyva *et al.,* 2010). El inventario forestal es la forma tradicional para cuantificar dichas variables a una escala local, pero resulta impráctico y costoso para estimarlas a una escala mayor o caracterizar su distribución espacial (Muñoz-Ruiz *et al.,* 2014). Por ello, el empleo imágenes satelitales para estimar y evaluar los recursos forestales de un forma estática y dinámica ha ido en aumento (INEGI, 2016), ya que se considera un método alternativo y eficiente para el seguimiento espacio temporal de las condiciones de la vegetación y útil para la caracterización espacial de las variables forestales de interés (Yépez *et al.,* 2014).

La percepción remota permite obtener datos espectrales continuos relevantes para los inventarios forestales, en una mayor superficie, con un menor tiempo y a un costo bajo (Peduzzi *et al*., 2010). A pesar de la efectividad de esta tecnología, solo se ha aplicado a bosques templados y tropicales, pero no se encontraron registros de su aplicación en ecosistemas semiáridos que puedan ayudar a la cuantificación de los productos forestales no maderables. Por los anterior y debido al creciente desarrollo y adopción de técnicas de percepción remota aplicada al manejo de recursos forestales, se planteó el objetivo de mapear las variables forestales de peso verde y cobertura arbustiva a nivel predial de *E. antisyphilitica* en ecosistemas semiáridos mediante datos provenientes del satélite Sentinel-2.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en una superficie de 183 ha localizadas dentro del Campo Experimental La Sauceda del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, México; en las coordenadas extremas de 25°51'21.98" y 25°51'5.30" de latitud norte y 101°23'10.40" y 101°24'33.99" de longitud oeste. La vegetación corresponde a un matorral desértico

rosetófilo (INEGI, 2016), un clima es de tipo BWhw(x´) (muy seco semicálido) con una precipitación media anual de 200 mm; los tipos de suelos son de tipo litosol en la parte alta y Xerosol para la parte baja del área de estudio.

Variables forestales

Dentro del área de estudio se establecieron 30 sitios cuadrados de 400 m^2, con un arreglo sistemático a una distancia de 150 m entre sitios y líneas. En cada sitio, de todos los individuos de *E. antisyphilitica* se midieron las variables diámetro de la base (DBP), diámetro de la cobertura (DCP), altura total (AT) y altura promedio (AP). A nivel individual, se realizó el cálculo de las variables cobertura arbustiva (COB, m^2) y peso verde (PV, Mg), posterior a ello, se sumaron para obtener valores por sitio y extrapolar a nivel de hectárea. La COB se estimó con la expresión $0.7854*DCP^2$ y para el peso verde se empleó la fórmula $PV=0.003614*(DBP^{0.48315}) * (DCP^{1.268386})$ reportada para la especie por Hernández-Ramos *et al.* (2019).

Datos espectrales e índices de vegetación

Se obtuvo una imagen Sentinel-2 de la página https://scihub.copernicus.eu/ (servidor de la Agencia Espacial Europea [ESA]), con un Nivel-1C de procesamiento, una resolución espacial de 10 m, espectral de 13 bandas y con fecha de captura del 11 de junio del 2020 (fecha de toma de datos en campo). La imagen fue corregida atmosféricamente mediante el procedimiento *Sen2Cor* del software SNAP® 6.0 (Sentinel Application Platform, por sus siglas en ingles) de la ESA (Casella *et al.,* 2018). Posterior a la corrección, la imagen fue esportada del formato SENTINEL BEAM-DIMAP a Geotiff para el análisis con las variables alométricas y finalmente se georreferencio al sistema UTM zona 14N Datum WGS84. Las bandas utilizadas para el análisis son: azul (490 nm), verde (560 nm), roja (665) e infrarrojo cercano (842 nm), además de los Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), NDVI Transformado (TVI), de diferencia normalizada (DVI) y de suelo ajustado (SAVI) (Rouse *et al.,* 1973). Los valores espectrales y de los índices de vegetación fueron extraídos de cada capa empleando el archivo shapefile de los sitios de muestreo, al tomar el valor central de cada sitio. Todos los procedimientos fueron realizados en el programa QGIS® 3.8.

Análisis estadístico

Para determinar el grado de asociación entre los valores espectrales e índices de vegetación (variables independientes) y las variables alométricas de *E. antisyphilitica* (variable dependiente), se aplicó una correlación de Pearson. Las variables que

presentaron mayor correlación se utilizaron para construir modelos lineales para estimar el PV y la COB. Se construyeron dos modelos para cada variable, el primero resultado del procedimiento Stepwise (selección a pasos) y el segundo utilizando las variables mayormente correlacionadas. El ajuste estadístico se realizó mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) en el programa SAS® 9.3. Los mejores modelos fueron los que presentaron el mayor valor del coeficiente de determinación ajustado ($R^2_{Ajustado}$), menor valor de la raíz del cuadrado medio del error (RCME) y todos los parámetros significativos (*α≤0.05?*).

Mapeo de variables alométricas

Los mejores modelos lineales seleccionados para estimar el PV y la COB, se usaron para mapear y obtener la distribución espacial de las variables forestales en cada pixel del área de estudio, para ello, se programaron los modelos de regresión en la calculadora raster del programa QGIS® 3.8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Correlación entre variables

Los valores promedios calculados de PV y COB para *E. antisyphilitica* fueron de 7.32 mg ha^{-1} y 4.24 %, respectivamente; estos valores son bajos, debido a la poca densidad que presenta la especie y a la competencia con otras arbustivas como *Agave lechuguilla* Torr. y *Lippia graveolens* Kunth. Las variables alométricas presentaron relación negativa con las bandas espectrales de SENTINEL-2 y positivas en los índices de vegetación; sin embargo, estas correlaciones son bajas, menores a 0.59 (Cuadro 1). La variable mayormente correlacionada fue la banda del Infrarrojo, para ambas variables forestales, por ello, fue considerada en la construcción de modelos de regresión múltiple.

Cuadro 1. Coeficientes de correlación entre las variables alométricas, bandas espectrales e índices de vegetación.

Variable	DVI	NDVI	SAVI	TVI	Azul	Verde	Roja	Infrarrojo
Peso verde (mg ha^{-1})	-0.255	0.163	0.163	0.168	-0.434	-0.465	-0.435	-0.576
Cobertura (%)	-0.203	0.220	0.220	0.224	-0.466	-0.499	-0.469	-0.590

Las correlaciones negativas entre variables se han reportado por Torres-Rojas *et al.* (2016), Torres-Vivar *et al.* (2017) y Pérez *et al.* (2018) para bosques de coníferas, quienes concuerdan que la correlación negativa se debe a la disminución del albedo en las bandas

espectrales en zonas con vegetación, a diferencia de áreas de suelo. Además, la baja correlación entre variables, se debe a que en zonas áridas y semiáridas la vegetación presenta baja densidad y la reflectancia del albedo está influenciada en gran medida por el suelo (Muñoz, 2013).

Modelos de regresión

A pesar de que la banda del infrarrojo presento la más alta correlación con las variables forestales, al incluirla en los modelos de regresión, no fue así y presentaron valores menores de ajuste que el método *Stepwise.* Este, presento el modelo lineal con mejor ajuste, incluyendo los índices de vegetación DVI y SAVI (Cuadro 2). Lo anterior, se puede atribuir a que los índices de vegetación son sensibles a la cubierta vegetal y que el índice SAVI es útil para el análisis de zonas de baja densidad o cobertura vegetativa, como es el caso de este estudio (Muñoz, 2013).

Cuadro 2. Estadísticos de ajuste de los modelos lineales generados por método para estimar el peso verde y la cobertura de *E. antisyphilitica.*

Método	Variable forestal	Modelo	R^2 ajustada	RCME
Variable espectral más correlacionada	PV	*24.01137+Infrarroja*(-0.00701)*	0.3074	3.27
	COB	*1414.92596+Infrarroja*(-0.41569)*	0.325	186.93
Stepwise	PV	*15.4767+DVI*(-0.02738)+SAVI*(61.17472)*	0.353	3.16
	COB	*831.37952+DVI*(-1.55385)+SAVI*(3704.64495)*	0.362	181.75

Dónde: PV: peso verde (Mg ha^{-1}); COB: cobertura arbustiva (m^2 ha^{-1}); R^2 $_{ajustada}$: coeficiente de correlación ajustada; RCME: raíz del cuadrado medio del error.

Los modelos generados por el método *Stepwise* fueron empleados para generar los mapas de distribución espacial del peso verde (Mg ha^{-1}) y cobertura arbustiva (m^2 ha^{-1}) para *E. antisyphilitica* en el área de estudio, los cuales corresponden a las figuras 1 y 2, respectivamente. La distribución espacial de las variables forestales PV y COB fue similar, ya que concuerdan los valores altos y bajos en la superficie de distribución, como se puede observar en los mapas, donde, las partes de color rojo y naranja indican terrenos con baja densidad y cobertura arbustiva de *E. antisyphilitica*, y contrario a ello, en las partes de color verde representan valores altos.

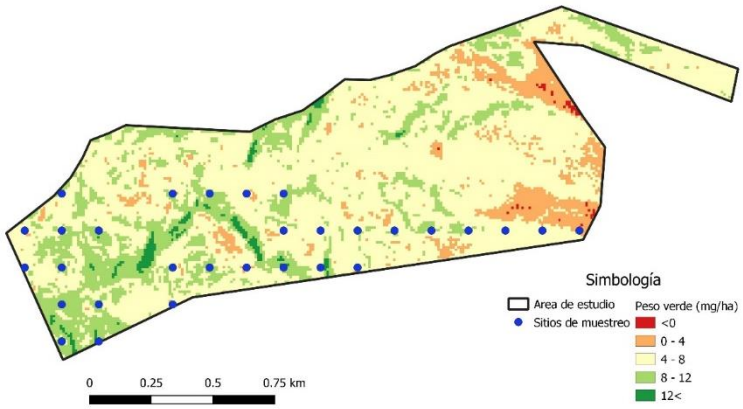


Figura 1. Distribución espacial de peso verde (Mg ha^{-1}) mediante regresión lineal múltiple de *E. antisyphilitica* en el INIFAP-Campo Experimental La Sauceda, Ramos Arizpe Coahuila, México.

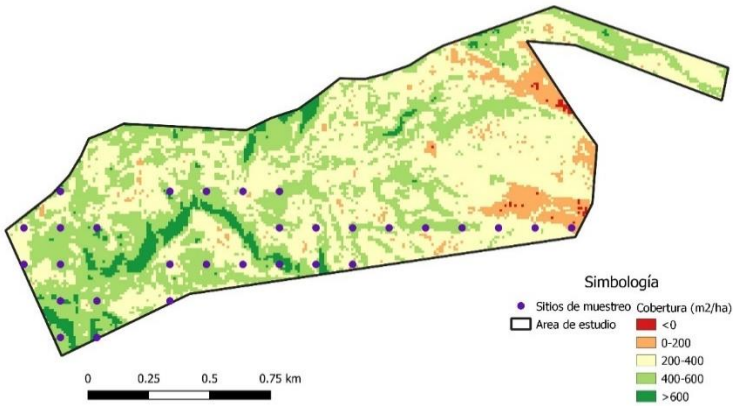


Figura 2. Distribución espacial de cobertura (m^2 ha^{-1}) mediante regresión lineal múltiple de *E. antisyphilitica* en el INIFAP Campo Experimental La Sauceda, Ramos Arizpe Coahuila, México.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que es posible el mapeo de la distribución espacial del peso verde y la cobertura arbustiva de *Euphorbia antisyphilitica* a partir de datos de un inventario forestal y variables espectrales del satélite SENTINEL-2 mediante regresión lineal múltiple. Además, se observó que los índices de vegetación representan con mayor detalle este tipo de vegetación, ya que los modelos con mejor ajuste fueron los que ingresaron a los índices de diferencia normalizada (DVI) y de suelo ajustado (SAVI).

REFERENCIAS

Casella, A., N. Barrionuevo, A. Pezzola y C. Winschel. 2018. Pre-Procesamiento de imágenes satelitales del sensor SENTINEL 2ª y 2B con el software SNAP 6.0. Ministerio de Agroindustria, Buenos Aires, Argentina. 31 p.

Cruz-Leyva, I. A., J. R. Valdez-Lazalde, G. Ángeles-Pérez y H. M. de los Santos-Posadas. 2010. Modelación espacial de área basal y volumen de madera en bosques manejados de *Pinus patula* y *P. teocote* en el ejido Atopixco, Hidalgo. Madera y Bosques, 16(3): 75-97.

Hernández-Ramos, A., A. Cano-Pineda, C. Flores-López, J. Hernández-Ramos, X. García-Cuevas, M. Martínez-Salvador y L. Martínez-Ángel. 2019. Modelos para estimar biomasa de *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. en seis municipios de Coahuila. Madera y Bosques, 25(2): e2521806.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2016. Carta de uso del suelo y vegetación. Disponible en internet: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463173359. Consultado 28 de julio de 2020.

Muñoz-Ruiz, M. A., Váldez-Lazarde, J. R., Ángeles-Pérez, G. y A. I. Monterroso-Rivas. 2014. Inventario y mapeo del bosque templado de Hidalgo, México mediante datos del satélite Spot y de campo. Agrociencia, 48: 847-862.

Muñoz A., P. 2013. Índices de vegetación. Centro de Información de Recursos Naturales, Chile. 15 p.

Peduzzi, A., H. Lee A., and R. H. Wynne. 2010. Leaf area of overstory and understory in pine plantations in the flatwoods. Southern Journal of Applied Forestry, 34: 154-160.

Pérez M., R., M. E. Romero. S., A. González H., L. Martínez A. y V. J. Arriola P. 2018. Estimación de atributos forestales mediante teledetección en bosques mixtos de Durango, México. Áreas Naturales Protegidas Scripta, 4(2): 49-70.

Rouse, J. W., R. H. Hass, D. W. Deering and J. A. Schell. 1973. Monitoring the vernal advancement and retro gradation (green wave effect) of natural vegetation. NASA/OSFC. Type III. Final report. Oreenbello MD. https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19740022555.pdf

Torres-Rojas, G., M. E. Romero-Sánchez, E. Velasco-Bautista y A. González-Hernández. 2016. Estimación de parámetros forestales en bosques de coníferas con técnicas de percepción remota. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 7(36): 7- 24.

Torres-Vivar, J. E. J. R. Valdez-Lazalde, G. Ángeles-Pérez, H. M. Santos-Posadas y C. A. Aguirre-Salado. 2017. Inventario y mapeo de un bosque bajo manejo de pino con datos del sensor SPOT 6. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 8(39): 25-43.

Yepez R. F. D., Lozano G. D. F., Jurado C. D. A., Manzano C. M. G., Treviño C. J. D, y S. L. Casas G. 2014. Comparación de distintas resoluciones en datos LiDAR aéreo para el mapeo de biomasa forestal. In Memorias del XVI Simposio Internacional SELPER. Medellín Colombia. 29 de septiembre al 3 de octubre.

MODELOS GENERALIZADOS PARA ALTURA-DIÁMETRO EN PLANTACIONES DE *Swietenia macrophylla* King EN QUINTANA ROO, MÉXICO

HEIGHT-DIAMETER GENERALIZED MODELS IN *Swietenia macrophylla* King PLANTATIONS OF QUINTANA ROO, MEXICO

García-Cuevas Xavier[1]; Hernández-Ramos Jonathan[1]; Tamarit-Urias Juan Carlos[2]; Hernández-Ramos Adrián[3] y Cano-Pineda Antonio[3]

[1*]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Chetumal, Km. 25 Carretera Chetumal-Bacalar, Xulha, Quintana Roo, 77000, México. [2]INIFAP- Campo Experimental San Martinito, Km 56.5 Carretera Federal México-Puebla, 74100 San Martinito Tlahuapan, Puebla, México. [3]INIFAP-Campo Experimental Saltillo, Km 342+119 Carretera Saltillo-Zacatecas No. 9515 Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

***Autor principal: xavier_garciacuevas@yahoo.com.mx**

RESUMEN

Swietenia macrophylla King es una especie de importancia económica con una amplia distribución pero poca abundancia en los trópicos. El objetivo de este estudio, fue ajustar ecuaciones generalizadas para modelar la relación altura-diámetro normal (h-d) de plantaciones forestales comerciales (PFC) de *Swietenia macrophylla* en Quintana Roo. La información se obtuvo de 16 *PFC* y 5,411 árboles. Se ajustaron tres modelos generalizados *h-d* mediante el procedimiento Model y el método de máxima verosimilitud en el paquete estadístico Statistical Analysis System (*SAS*). La selección de las mejores ecuaciones, se realizó con base en la raíz del cuadrado medio del error (*RCME*) y el coeficiente de determinación ajustado ($R^2_{adj.}$), además se verifico la distribución de residuales. La ecuación de Schroeder y Álvarez 1 mostro ser superior a las demás expresiones, ya que los valores en la *RCME* y $R^2_{adj.}$, fueron de 1.512 m y 0.87.29, respectivamente. La distribución de los residuales fue homocedástica. El sesgo mostro una subestimación de 0.20 m, mientras que la diferencia agregada para la muestra fue de -0.22 %. La inclusión de variables inherentes a la población como la altura dominante o el diámetro cuadrático promedio del sitio, mejoran la estimación de la *h* en las *PFC* de *S. macrophylla* y amplían las condiciones de aplicabilidad de este tipo de expresiones matemáticas.

ABSTRACT

Swietenia macrophylla King is an economically important species with a wide distribution but little abundance in the tropics. The aim of this study was to fit generalized equations to model the normal height-diameter ratio (*h-dbh*) of commercial forest plantations (*CFP*) of *Swietenia macrophylla* in Quintana Roo. The data was obtained from 16 *PFC* and 5,411 trees. Three generalized *h-d* models were fitted using the Model procedure and the maximum likelihood method in the Statistical Analysis System package (SAS). The selection of the best equations was made based on the root of the mean square of the error (*RMSE*) and the adjusted determination coefficient (R^2adj.), and the residual distribution was also verified. The Schroeder and Álvarez 1 equation showed to be superior to the other expressions, since the values in the *RMSE* and R^2adj., were 1,512 m and 0.87.29, respectively. The residuals distribution was homocedastic. The bias showed an underestimation of 0.20 m, while the aggregate difference for the sample was -0.22%. The inclusion of inherent variables of population, such as the dominant height or the average square diameter of the site, improve the estimation of h in the *PFC* of *S. macrophylla* and extend the applicability conditions of this type of mathematical expressions.

INTRODUCCIÓN

Swietenia macrophylla King es una especie de importancia económica con una amplia distribución pero poca abundancia en los trópicos. La altura total (*h*) de los árboles, es una variable indispensable para modelar el crecimiento y la producción de los rodales forestales (Juárez *et al*., 2007). Sin embargo, la medición de la *h* de árboles en pie, es una actividad costosa en términos de tiempo y recursos, contrario a esto la medición del diámetro normal (*d*), es relativamente sencilla, precisa y menos costosa. Por lo anterior, en los inventarios forestales el *d* se mide en todos los árboles dentro del sitio, mientras que las *h* se miden en una submuestra en forma aleatoria o por categorías diamétricas (Juárez *et al*., 2007; Gómez *et al*., 2013).

La relación *h-d*, se realiza a través de funciones lineales y no lineales, sin embargo, esta relación varía de un rodal a otro, lo cual genera que una única ecuación no se ajuste a todas las condiciones. Por lo tanto, dicha relación deberá de realizarse en forma individual para cada rodal y rango de edad, esto implica disponer de una gran cantidad de datos y resulta ser muy costoso (Diéguez *et al.*, 2005).

Para solventar lo anterior, se recomienda emplear una relación *h-d* generalizada para predecir la *h* de cada árbol utilizando variables como el *d* y una o más variables independientes que caracterizan las área forestales, tales como el diámetro cuadrático (*dq*), diámetro medio (*dmed*), diámetro medio dominante (d_0), altura mínima (*hmin*), altura máxima (*hmax*), altura media (h_m), altura media dominante (h_0), número de árboles por hectárea (*N*), área basal por hectárea (*G*) o volumen por hectárea (*V*), por mencionar algunas (Gómez *et al.*, 2013). Estas variables, ostentan características inherentes a todas las regresiones posibles de altura locales que representan a cada parcela o rodal individual. De esta forma, una única ecuación permite estimar con un alto grado de precisión la altura de cualquier árbol que pertenezca a un rodal dentro del ámbito de aplicación del modelo (Barrio *et al.*, 2004).

El objetivo de este estudio, fue ajustar ecuaciones generalizadas para modelar la relación altura-diámetro normal (*h-d*) de plantaciones forestales comerciales (*PFC*) de *Swietenia macrophylla* en Quintana Roo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Sitio Experimental San Felipe Bacalar, Unidad de Producción Lázaro Cárdenas en el municipio de Bacalar, y los ejidos Chunhuhub y Naranjal Poniente del municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, México. El clima es de tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano y parte del invierno con una oscilación térmica menor que 5 °C. La temperatura media anual es de 25.5 ºC y la precipitación media anual es de 1260 mm, con una época seca marcada entre diciembre y mayo (INEGI, 2016).

Las *PFC* se localizan en llanuras casi planas y suelos que de acuerdo a la terminología maya y su equivalente según la IUSS Grupo de trabajo WRB (2007) corresponden a: Tzek'el (Leptosol), Kakab (Rendzina); K'ankab (Luvisol crómico), Yax-hoom (Vertisol pélico) y Ak'alche (Vertisol gleyco).

Se colectaron datos de *h-d* en 16 PFC de *S. macrophylla* entre 7-43 años de edad (5,411 pares de datos *h-d*). En cada plantación, se registró la información de tipo de suelo, número de sitio, espaciamiento, número de árbol, posición social, superficie del sitio, *d*, *h* y altura de fuste limpio (*hfl*). En gabinete se estimaron las variables por sitio, tales como el diámetro cuadrático (*dq*), diámetro medio (*dmed*), diámetro dominante (d_0), altura mínima (*hmin*), altura máxima (*hmax*), altura media (*hm*), altura dominante (h_0), número de árboles por ha (*N*), área basal por ha (*G* m^2 ha^{-1}) y volumen por ha (*V* m^3 ha^{-1}).

Se ajustaron tres ecuaciones generalizadas *h-d* mediante el procedimiento Model y el método de máxima verosimilitud en el paquete estadístico SAS (*Statistical Analysis System, 1992*). La selección de las mejores ecuaciones, se realizó con base en la raíz del cuadrado medio del error (*RCME*) y el coeficiente de determinación ajustado (R^2_{adj}), además se verifico la distribución de residuales. La precisión de las estimaciones se estimó el sesgo ($\overline{E}$) y la diferencia agregada en % (DA%) (Hernández-Ramos *et al*., 2020).

Cuadro 1. Modelos generalizados de *h-d* analizados en este estudio.

Referencia	Modelo	Identificador
Mirkovich, 1958 (López *et al*., 2003)	$h = 1.3 + \beta_0 + \beta_1 h_0 + \beta_2 d_q e^{\beta_3/d}$	[1]
Wang y Tang, 2002 (López *et al*., 2003)	$h = 1.3 + + \beta_0 h_0^{\beta_1} e^{\beta_2/d}$	[2]
Schroeder y Álvarez 1 (López *et al*., 2003)	$h = 1.3 + (\beta_0 + \beta_1 h_0 - \beta_2 d_q) e^{\beta_3/\sqrt{d}}$	[3]

d = diámetro normal; *dq* = diámetro cuadrático; h_0 = altura dominante; e: base de los logaritmos neperianos; ***β´s*** = Parámetros a ser estimados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis gráfico de los registros de *h-d*, demostró una adecuada distribución de los datos y una representatividad de las clases diamétricas y de altura posibles para las plantaciones de *S. macrophylla* (Figura 1). Por otro lado, en la dispersión de los datos se observó una forma cóncava con inflexión aparente.

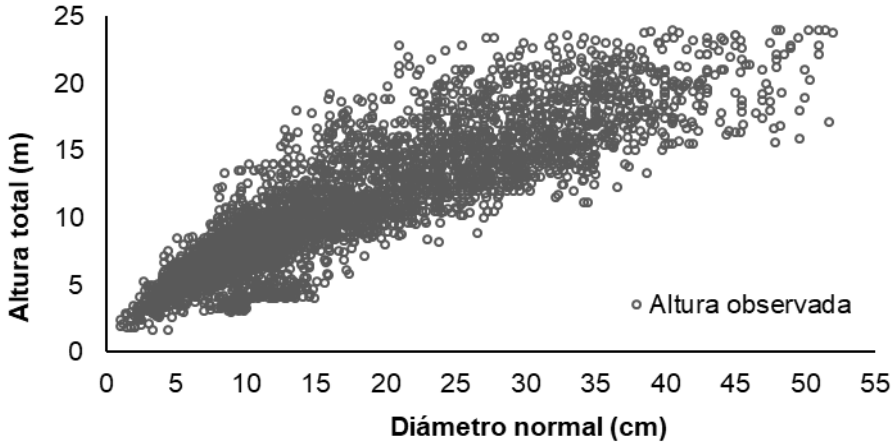


Figura 1. Dispersión de datos *h-d* para *S. macrophylla* en Quintana Roo.

La ecuación de Schroeder y Álvarez 1 [3] mostro ser superior a las demás expresiones, ya que los valores en la *RCME* y R^2_{adj} fueron de 1.512 m y 0.87.29, respectivamente (Cuadro 2). En el análisis gráfico de los residuales no se observaron tendencias sistemáticas que indiquen heterogeneidad de varianzas (heterocedasticidad), lo que indica que es factible estimar la *h* de los árboles a partir de atributos del rodal, tales como el *d*, *dq* y h_0, ya que estas variables contribuyeron en una mayor proporción a explicar la variabilidad de los datos observados (Figura 2). El sesgo mostro una subestimación al aplicar la mejor ecuación de 0.20 m, mientras que la diferencia agregada para la muestra fue de -0.22 %.

En el análisis gráfico de los residuales no se observaron tendencias sistemáticas que indiquen heterocedasticidad (Figura 2). Lo anterior, indica que es factible estimar las *h* de los árboles a partir de atributos del rodal, tales como el *d*, *dq* y h_0, ya que estas variables contribuyeron en una mayor proporción a explicar la variabilidad de los datos observados. Por su parte, los test de White y de Breusch Pagan indican normalidad de los datos para la ecuación ([3]: 680.1, <0.0001).

Cuadro 2. Valores de los parámetros estimados y sus estadísticos de bondad de ajuste para los modelos analizados.

Identificador	Parámetros	Estimador	*CME*	Valor *t*	*RCME*	*Prob > F*	R^2_{adj}
[1]	β_0	6.13577	2.4513	31.48	1.5657	<0.0001	0.8637
	β_1	0.75286		26.92		<0.0001	
	β_2	-0.06749		-3.84		<0.0001	
	β_3	-7.31565		-73.31		<0.0001	
[2]	β_0	3.05225	2.4887	34.57	1.5776	<0.0001	0.8617
	β_1	0.61531		69.99		<0.0001	
	β_2	-7.10880		-73.11		<0.0001	
[3]	β_0	12.17760	2.2861	33.31	1.5120	<0.0001	0.8729
	β_1	1.25380		38.10		<0.0001	
	β_2	0.16826		8.30		<0.0001	
	β_3	-4.15058		-81.81		<0.0001	

La ecuación obtenida es:

$$h = 1.3\left(12.1776 + 1.25379h_0 - 0.168262d_q\right)e^{-4.150558/\sqrt{d}}$$

En donde *h:* la altura total (m), $h_{0:}$ altura dominante; *d:* diámetro normal (cm), *dq:* diámetro cuadrático (cm) y *e*: base de los logaritmos neperianos.

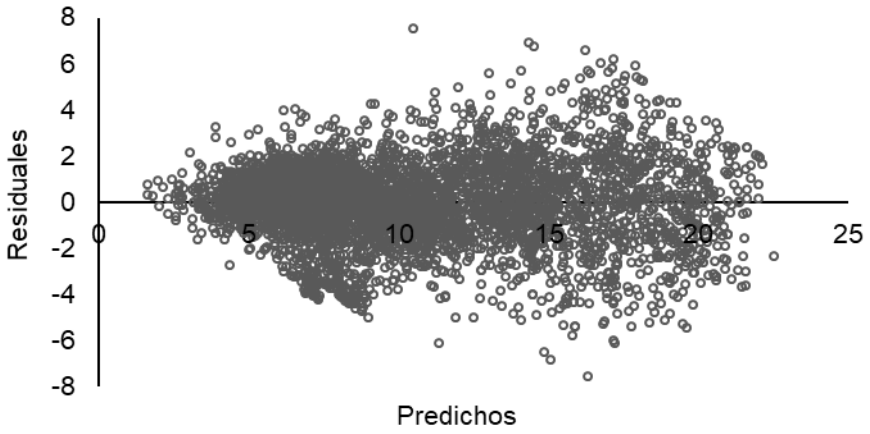


Figura 2. Dispersión de residuales la ecuación [3] para predecir la *h* en función de variables del rodal para *S. macrophylla* en Quintana Roo.

En la Figura 3, se observa la fidelidad de los datos observados versus los estimados, en donde se puede identificar que las ecuaciones describen bien el promedio de los datos.

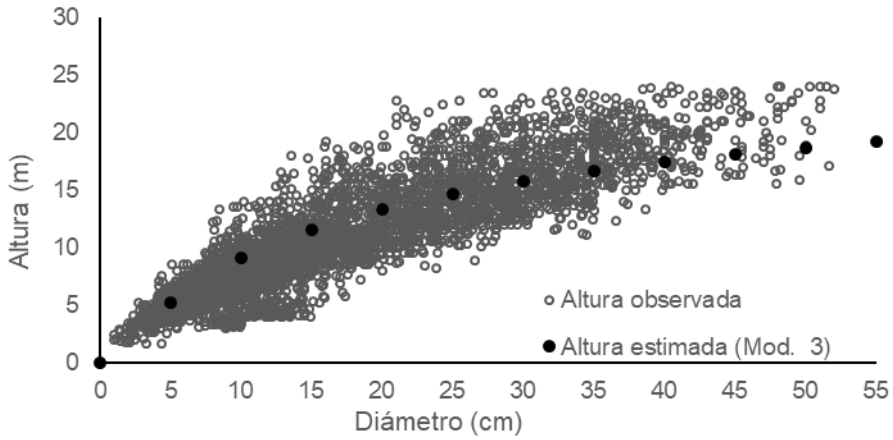


Figura 3. Valores observados y estimados con la ecuación [3] para predecir la *h* en función de variables del rodal para *S. macrophylla* en Quintana Roo.

Con base en los indicadores de ajuste de los modelos, las pruebas de normalidad y la distribución de los residuales, así como las medidas para verificar la capacidad predictiva, la ecuación de cuatro parámetros de Schroeder y Álvarez 1 mostro ser superior a las otras dos ecuaciones, ya que presenta buen ajuste y puede usarse para predecir la *h* en función de la *d,* h_0 y *dq*, todas variables del rodal fáciles de obtener en gabinete.

La capacidad predictiva solo se realizó con la ecuación de Schroeder y Álvarez 1 ya que fue la en la que se obtuvieron los mejores resultados, ya que minimiza el sesgo, el error

medio cuadrático y maximiza el R^2_{adj} La aplicación de estas ecuaciones de *h-d* permitirán completar las bases de datos de los inventarios forestales en donde por cuestiones económicas, no es posible la medición de las alturas de todos los árboles de la muestra, tal como lo afirman Juárez *et al.* (2007) y Gómez *et al.* (2013).

CONCLUSIONES

La inclusión de variables inherentes a la población como la altura dominante o el diámetro cuadrático promedio del sitio y el diámetro normal, mejoran la estimación de la *h* en las PF de *S. macrophylla* y amplía las condiciones de aplicabilidad de la ecuación. Este tipo de herramientas silvícolas cuantitativas pueden ser incluidas de forma confiable en el levantamiento de información en un inventario forestal. La ecuación puede ser utilizada para predecir alturas de árboles en dimensiones máximas de 55 cm de diámetro y 25 m de altura. La aplicación de estas ecuaciones de *h-d* permitirán completar las bases de datos de los inventarios forestales en donde por cuestiones económicas, no es posible la medición de las alturas de todos los árboles de la muestra.

REFERENCIAS

Barrio, A. M, J.G. Álvarez G., I. J. Díaz M. y C. A. López S. 2004. Relación altura diámetro generalizada para *Quercus rubur* L. en Galicia. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 18:141-146.

Diéguez-Aranda, U., M Barrio-Anta, F Castedo-Dorado y J.G Álvarez-González. 2005. Relación altura-diámetro generalizada para masas de *Pinus sylvestris* L. procedentes de repoblación en el noroeste de España. Invest Agrar: Sist Recur For 14(2), 229-241.

Gómez-García, E., F. Crecente-Campo, F. Pérez-Rodríguez, y U. Diéguez-Aranda. 2013. Relación altura-diámetro generalizada para rodales regulares de *Quercus robur* L. en Galicia In: 6º Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Vitoria Gasteiz, España ISBN 978-84-937964-9-5. 10 p.

Hernández-Ramos, J., J.I. Valdez-Hernández, X. García-Cuevas, A.E. Tadeo-Noble y V.J. Reyes-Hernández. 2020. Estimación de la edad de *Swietenia macrophylla* (Meliaceae) a partir del diámetro normal en poblaciones del sureste mexicano. Revista de Biología Tropical, 68(1), 200-217.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2016. Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2016. Gobierno del estado de Quintana Roo. México, D.F. 407 p.

IUSS Grupo de trabajo WRB. 2007. Base referencial mundial del recurso suelo: Primera actualización. Informe sobre los recursos mundiales de suelos No. 103. FAO, Roma. 117 p.

Juárez, G. M., M. G. Pece, C. Gaillard B., J. Sanguedolce, V. Mariot y R. Mazzuco. 2007. Ecuaciones altura-diámetro para *Ziziphus mistol*, Griseb., en Santiago del Estero, Argentina. Quebracho 13: 36-43.

López, S., C. A., J. Gorgoso V., F. Castedo D., A. Rojo A., R. Rodríguez S., J. G. Álvarez G. y F. Sánchez R. 2003. A height-diameter model for *Pinus radiata* D. Don in Galicia (Northwest Spain). Ann. For. Sci. 60:237–245.

Statistical Analysis System (SAS) Institute Inc. 1992. SAS/STAT User Guide. Relase 6.03 Edition. Cary, NC. USA 1028 p.

NÚMERO DE USUARIOS DE APPRIEGO ALGODÓN EN SISTEMA OPERATIVO IOS Y ANDROID

NUMBER OF USERS OF APPRIEGO ALGODÓN IN OPERATING SYSTEM IOS AND ANDROID

Narváez-Mendoza, Mario P.[1], Carlos Rojas Santillán[1], Miguel Angel González González[1], Osías Ruiz Álvarez[1] y Sergio Alejandro Juárez Torres[1]

[1]INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. C.P. 20660. Correo-e: narvaez.mario@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las aplicaciones móviles requieren información específica de los usuarios para una retroalimentación eficiente. Este trabajo tuvo como objetivo comparar el número de usuarios de la aplicación AppRiego en sistemas operativos iOS y ANDROID así como proporcionar información sobre los tipos (marca) de dispositivos que utilizan la aplicación. Con ayuda de Google Analytics ® se exploró el número de usuarios de la aplicación por tipo de sistema operativo. Durante septiembre 2019-julio 2020 la app registró un total de 106 usuarios; de los cuales, 82% cuenta con sistema operativo ANDROID y 13% con iOS. Los descubrimientos de este trabajo son de gran utilidad para la construcción y adaptación de procesos y herramientas; y para la generación de actualizaciones futuras.

ABSTRACT

Mobile apps require specific information from users for efficient updates. The objective of this work was to compare the number of users of AppRiego App in iOS and ANDROID operating systems and provide information about types of devices that use this App. Using Google Analytics ®, we explored the number of users of the App for each operating system. During September 2019-July 2020, AppRiego showed a total of 106 users, from which 82% have an ANDROID operating system, and 13% have an iOS system. The findings of this work are beneficial for the construction and adaptation of process and tools; and for generating future updates.

INTRODUCCIÓN

La competencia por el agua entre diferentes sectores económicos obliga a contar con tecnología para un manejo más eficiente de este recurso. En chihuahua, las áreas

algodoneras se encuentran dentro de las demarcaciones de los acuíferos Meoqui-Delicias, Cuauhtémoc, Baja Babícora, Santa Clara, Buenaventura, Casas Grandes, Janos, Ascensión, Samalayuca y los Juncos. Según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2014), estos acuíferos se encuentran sobreexplotados y la situación es cada vez más crítica, por lo que es necesario adoptar medidas que conduzcan a un uso más eficiente del agua de riego.

Una técnica que contribuye significativamente en el aumento de la eficiencia en el uso del agua es la programación del riego con base en las condiciones meteorológicas de la zona; y es todavía más eficiente cuando se incorpora a una aplicación móvil (App) ya que facilita el manejo del agua en la pacerla. En el año 2019 se desarrolló la aplicación AppRiego algodón, esta es una aplicación diseñada para dispositivos móviles que cuentan con sistema operativo Android (versión 4.0 o superior) y iOS (10 o posterior) (Chávez, 2019). Esta App facilita al usuario la consulta de las necesidades de riego en el cultivo de algodón a partir de datos meteorológicos de una Red de estaciones de Chihuahua ubicada en el área algodonera. Cuenta con una interfaz que permite navegar y desplegar la información de manera amigable para el usuario; la aplicación es de fácil manejo una vez que se ha descargado e instalado en el dispositivo. Esta App es una herramienta practica para el monitoreo de las necesidades hídricas de los cultivos, y atiende la demanda de tecnología nueva por parte de los productores para el manejo del agua ante un escenario de baja disponibilidad del recurso hídrico.

El número de descargas de una App por tipo de sistema operativo y por tipo de dispositivos es importante para la construcción y adaptación de procesos, inclusión de nuevas herramientas y para diseñar y desarrollar nuevas versiones de la aplicación. Este trabajo tuvo como objetivo comparar el número de usuarios de la aplicación AppRiego en sistemas operativos IOS y ANDROID así como proporcionar información sobre los tipos (marca) de dispositivos que utilizan la aplicación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La AppRiego Algodón es una aplicación diseñada y generada en los Sistemas Operativos Android e iOS (Figura 1), en la cual se utilizó un proceso de ingeniería de software (James y James, 1994). La infraestructura lógica de la aplicación está compuesta por procesos propios de las tecnologías de información, tales como medios de comunicación móvil, bases

de datos del Estado de Chihuahua, sistemas de información geográfica y software; este conjunto de elementos hacen posible que la aplicación funcione de manera eficiente.

Se realizó una exploración del número de usuarios de la aplicación por tipo de sistema operativo en dispositivos móviles, para lo cual se utilizó Google Analytics ® (Alhlou et al., 2016). El procedimiento consistió en utilizar estadísticas básicas para obtener el número de usuarios por dispositivo y en consecuencia el porcentaje de usuarios correspondiente a los sistemas operativos Android e iOS. Se verificó el tiempo de interacción de los usuarios con la aplicación, se generaron gráficas del número de usuarios por dispositivo y por sistema operativo. La información recabada fue arrojada como reporte en una hoja de Excel para su posterior análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en los datos arrojados por el reporte de Google Analytics, se obtuvo que el número total de usuarios de la aplicación AppRiego Algodón durante el período septiembre 2019-julio 2020 fue 106; de los cuales, se observa que 87 (82%) utilizan el sistema Operativo Android, y 19 (13%) utilizan iOS (Figura 3). En la Figura 2 se presentan los modelos de dispositivos más utilizados por los usuarios; se observa que NEXUS 5X y Pixel son los más utilizados con respecto a Iphone 6S Plus y Iphone XS Max.

El hecho de que la mayoría de los usuarios utiliza dispositivos basados en sistema operativo Android, podría deberse a que son dispositivos de menor costo con respecto a aquellos basados en iOS. Los descubrimientos de este trabajo son de gran utilidad para la construcción y adaptación de procesos y herramientas; y para la generación de actualizaciones destinadas al sistema Operativo Android, ya que este sistema tiene mayor demanda de actualizaciones. Lo anterior también es de gran relevancia a la hora de diseñar y desarrollar versiones más eficientes de la aplicación. Adicionalmente, se percibe que los usuarios no utilizan la aplicación por un período mayor a 10 segundos, lo cual se debe a que la aplicación es rápida y eficiente, por lo que ahorra tiempo en el proceso de consulta.

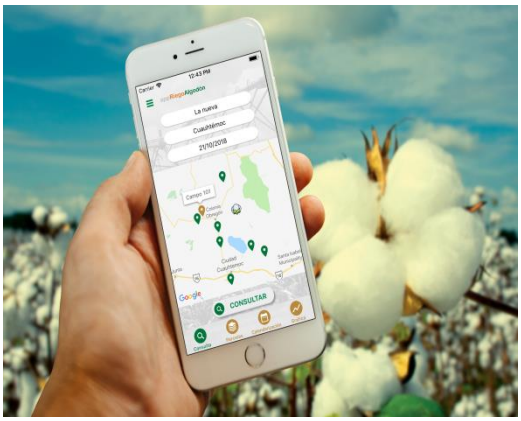


Figura 1. Aplicación móvil AppRiego Algodón (Disponible en Google Play ® y App Store ®)

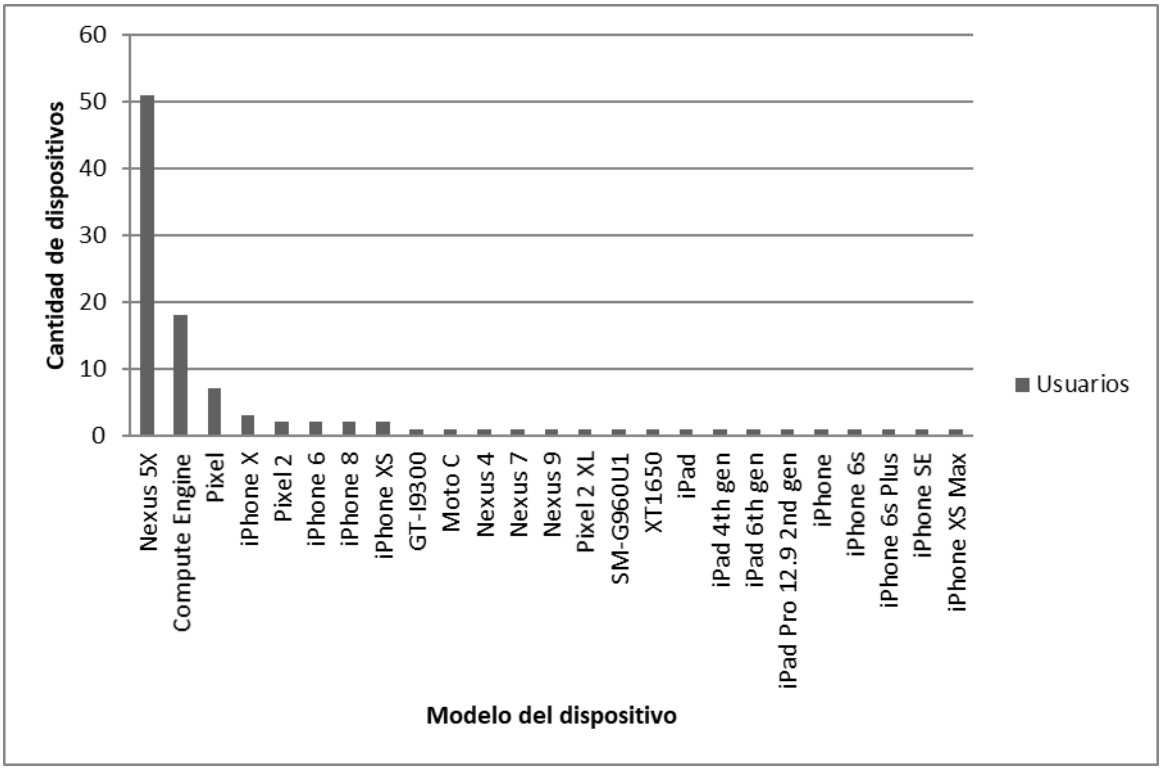


Figura 2. Número y tipos de dispositivos que tienen instalada la aplicación AppRiego Algodón.

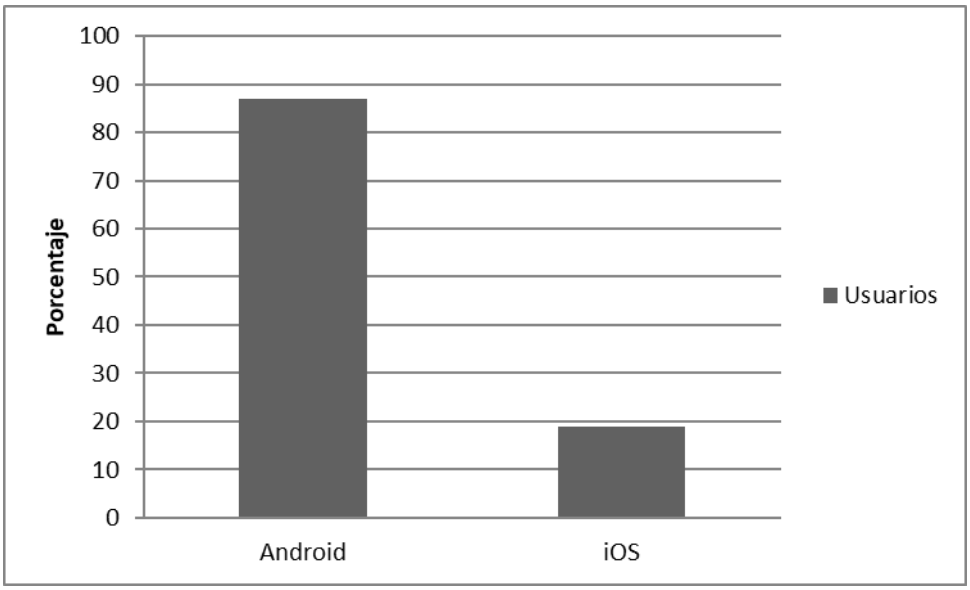


Figura 3. Porcentaje de usuarios por sistema operativo que tienen la aplicación AppRiego Algodón

CONCLUSIONES

Se realizó una cuantificación y comparación del número de usuarios que utilizan la APPRIEGO en dispositivos móviles con sistema operativo IOS y ANDROID. El sistema operativo ANDROID cuenta con mayor cantidad de usuarios de la aplicación AppRiego Algodón con respecto a iOS. El dispositivo NEXUS 5X es el dispositivo más utilizado para operar la AppRiego Algodón. Una cantidad relativamente pequeña de usuarios cuentan con AppRiego Algodón en dispositivos con sistema operativo iOS, y podría deberse a que son productores que tienen mayores ingresos. Dado que existen más usuarios con sistema Operativo Android, se tiene el desafío de generar mayor cantidad de actualizaciones para este sistema operativo en el transcurso del año, y para soportar los procesos de AppRiego Algodón. Esta investigación ayuda a detectar áreas de mejora en la construcción de futuras actualizaciones de AppRiego Algodón en sistema operativo Android.

REFERENCIAS

Alhlou F., Asif S., y Fettman E. 2016. Google Analytics Breakthrough: From Zero to Business Impact,ISBN: 978-1-119-14401-4.

Chávez N;Narváez M; González L; Lara C y Juárez A. (2019) AppRiegoAlgodón: Una herramienta para la programación del riego en tiempo real en algodón- (Primera edición) –Campo Experimental Delicias Chihuahua. ISBN: 978-607-37-1060-2

James M., y James O. 1994. "Análisis y Diseño Orientado a Objetos". Prentice Hall. México.

Shayya, W. H., Bralts, V. F., & Olmstead, T. R. 1990. A General Irrigation Scheduling Package for Microcomputers. Computers and Electronics in Agriculture, 5:197-212. https://doi.org/10.1016/0168-1699(90)90011-D.

Smith, M., R.G. Allen, J.L. Monteith, A. Perrier, L. Pereira, and A. Segeren. 1991. "Report of the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements." Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 54. pp.

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ANDROGÉNESIS APARTIR DE CULTIVO *in vitro* DE ANTERAS EN *Capsicum annuum*

OPTIMIZATION OF THE ANDROGENESIS SYSTEM FROM in vitro CULTIVATION OF ANTERAS IN Capsicum annuum

Landin-Escobedo, María de los Angeles[1], Guerrero Aguilar Brenda Zulema[1], González Chavira Mario Martín[1], Mora Avilés M. Alejandra[1] y Pons Hernández José Luis[1*]

[1]Centro de Investigación Regional del Centro (CIRCE) del INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, C.P. 38110 Celaya Gto., Gto. Correo de correspondencia: pons.joseluis@inifap.gob.mx

RESUMEN

El cultivo *in vitro* de anteras o polen, es una de las estrategias más eficientes para la obtención de plantas dobles haploides en chile que puede combinarse con el mejoramiento tradicional para incrementar la eficiencia de la generación de variedades superiores, puesto que con este sistema se pueden obtener líneas homocigóticas a partir de padres heterocigóticos en una sola generación, de acuerdo a esto se planteó el siguiente objetivo estandarizar el sistema de androgénesis a partir del cultivo de anteras para la obtención de plantas haploides en *Capsicum annuum,* para esto se colectaron botones florales de 6 a 7 mm de 15 genotipos de chile de tipo ancho y 15 de tipo mulato, se desinfectaron con una solución de etanol al 70%, y posteriormente en una solución de hipoclorito de sodio al 10% (Clorox®) por 10 minutos. Los botones florales se cultivaron en medio basal, de inducción (A1) suplementado con Cinetina (0.01 mg/l) y 2-4, D (0.01 mg/l) sacarosa (30 g/l), vitaminas, agar nutritivo (30g/l), pH a 5.6 y medio de germinación (R1) adicionado cinetina (0.1 mg/l), sacarosa (30 g/l), vitaminas y agar-agar (8g/l), el pH se ajusta a 5.9 hasta la aparición de los embriones. Los embriones se rescataron y se cultivaron en medio de elongación (E1) sin reguladores de crecimiento, y posteriormente su aclimatación en macetas. Los resultados obtenidos fueron la germinación de anteras de cinco genotipos de chile tipo ancho y cinco de tipo mulato, siendo los de mayor porcentaje con 5%, dos genotipos uno de tipo ancho 3334 y el otro de tipo mulato 3328, siguiendo con el 3%, dos de tipo anchos 3384 y 3383, con 2% se encuentran dos mulatos 3344, 3341 y por ultimo con 1% de germinación están un genotipo de tipo mulato 3348 y dos de tipo anchos 3359 y 3383. Los 20 genotipos restantes no mostraron respuesta de inducción de androgénesis.

ABSTRACT

In vitro culture of anthers or pollen is one of the most efficient strategies for obtaining double haploid plants in chili pepper that can be combined with traditional breeding to increase the efficiency of the generation of superior varieties, since with this system it is possible to Obtain homozygous lines from heterozygous parents in a single generation. According to this, the following objective was proposed to standardize the androgenesis system from the anther culture to obtain haploid plants in *Capsicum annuum*, for this, flower buds were collected from 6 to 7 mm of 15 ancho type chili genotypes and 15 mulatto type, were disinfected with a 70% ethanol solution, and subsequently in a 10% sodium hypochlorite solution (Clorox□) for 10 minutes. The flower buds were grown in basal, induction medium (A1) supplemented with Kinetin (0.01 mg / l) and 2-4, D (0.01 mg / l), sucrose (30 g / l), vitamins, nutrient agar (30g / l), pH at 5.6 and germination medium (R1) added kinetin (0.1 mg / l), sucrose (30 g / l), vitamins and agar-agar (8g / l), the pH is adjusted to 5.9 until the appearance of the embryos. The embryos were rescued and cultivated in elongation medium (E1) without growth regulators, and subsequently acclimatized in pots. The results obtained were the germination of anthers of five broad-type chili genotypes and five of the mulatto type, with the highest percentage being 5%, two genotypes, one wide-type 3334 and the other mulatto 3328, following with 3% , two of wide type 3384 and 3383, with 2% there are two mulattoes 3344, 3341 and finally with 1% of germination there is a genotype of mulatto type 3348 and two of wide type 3359 and 3383. The remaining 20 genotypes showed no response induction of androgenesis.

INTRODUCCIÓN

México es el primer productor de chile en América sin embargo tiene rendimientos inferiores esto se debe principalmente al bajo nivel tecnológico y al empleo de material criollo que generalmente es muy susceptible a plagas y enfermedades (Gómez y Schwentesius, 1991), La producción de híbridos sigue siendo uno de los métodos del mejoramiento genético vegetal más eficaz, ya que presentan una extraordinaria homogeneidad en todas las fases del cultivo, mayor resistencia a diferentes estreses bióticos y abióticos y su alto rendimiento, debido a la heterosis o vigor híbrido que tienen como consecuencia de que las plantas híbridas son genéticamente idénticas e, idealmente, heterocigóticas para todos los loci (Martin, 2000). Para la obtención de híbridos se utilizan líneas puras, homocigotas en todos los loci, las cuales se obtienen tradicionalmente por mejora genética clásica, mediante

generaciones sucesivas de autofecundación o retrocruzas y selección a favor de los caracteres de interés; lográndose en un periodo de seis a ocho ciclos de cultivo. Esto lo convierte en un proceso largo y costoso en el que es necesario emplear una gran cantidad de recursos humanos y económicos. Una de las alternativas para acortar los tiempos, es el cultivo *in vitro* de anteras o polen, es una técnica para la producción in *vitro* de haploides y doble haploides, que permite obtener líneas homocigotas a partir de padres heterocigóticos en una sola generación, reduciendo tiempo y costo de producción de estas líneas (Maraschin *et al*., 2005). Además, la regeneración de plantas haploides tiene aplicación en estudios citogenéticos y genómicos (Aleza *et al*., 2003), para la construcción de mapas genéticos (Oliver *et al*., 2000) y en la evaluación de diversidad genética (Maraschin *et al*., 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal. Se emplearon 15 líneas de chile del tipo mulato y 15 del tipo ancho del programa de chile en el Campo Experimental Bajío, orientados a la obtención de líneas con características de esterilidad masculina citoplasmática, así como tolerantes a virus PepGMV+ PHYVV.

Cuadro 1. Líneas de chile empleados en la inducción de androgénesis.

Líneas de Chile	Tipo	Líneas de Chile	Tipo
3239	Mulato	**3348**	Mulato
3328	Ancho	**3356**	Ancho
3334	Mulato	**3359**	Ancho
3335	Mulato	**3373**	Ancho
3336	Mulato	**3375**	Ancho
3337	Mulato	**3378**	Ancho
3338	Mulato	**3381**	Ancho
3339	Mulato	**3382**	Ancho
3340	Mulato	**3383**	Ancho
3341	Mulato	**3384**	Ancho
3342	Mulato	**3385**	Ancho
3343	Mulato	**3386**	Ancho
3344	Mulato	**3387**	Ancho

3345	Mulato	**3416**	Ancho
3346	Mulato	**3417**	Ancho

Colecta de botones florales. Se colectaron 35 botones florales de cada línea de chile con un tamaño de 6.0 mm – 7.0 mm realizando su corte en el horario de 8-10 am, se depositaron en un tubo de 50 ml con 30 ml agua estéril para mantenerlos hidratados.

Desinfección de explantes. Se realizó una desinfección superficial de los botones florales, con una solución de etanol al 70%, con agitación constante (100 rpm) por 2 min., posteriormente se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio al 10% (Clorox®) por 10 minutos en agitación orbital a 100 rpm finalmente fueron enjuagados tres veces con agua destilada estéril por dos minutos.

Cultivo de anteras. Se separaron los pétalos de los sépalos de los botones florales, posterior se separaron los pétalos de las anteras y se colocaron en medio sólido de inducción (Dumas de Vaulx *et al*., 1981), se colocaron 25 anteras por caja Petrí distribuidas uniformemente con 6 repeticiones por línea de chile, se incubaron a 33°C por seis días en condiciones de oscuridad. Las anteras se traspasaron al medio de inducción y se incubo por 48 hr, a las mismas condiciones antes mencionadas. posteriormente se incubaron a 25°C con 16 h en luz y 8 h en oscuridad durante 4 días. Después de 12 días desde su cultivo *in vitro* inicial, se transfirieron a medio de germinación (Dumas de Vaulx *et al*., 1981) y se incubaron a 25 °C con un fotoperiodo de16 h luz y 8 h oscuridad. Las anteras se mantuvieron en medio de germinación hasta la emergencia del embrión, posterior a esto fueron transferidas a medio fresco de germinación cada 8 días monitoreando su desarrollo de manera cotidiana, las anteras que no mostraban viabilidad fueron eliminadas.

Fase de aclimatación La aclimatación consistió en seleccionar las plantas *in vitro* con una altura promedio de 4.5 cm, con 2 a 8 foliolos y con raíces bien desarrolladas para transferirlas a condiciones de invernadero. Para tal efecto se utilizó macetas de plástico, con sustrato estéril (Sunshine mezcla 3). Las plantas *in vitro* fueron sacadas del frasco y lavadas sus raíces con abundante agua para ser trasplantadas en las macetas. Posteriormente las plantas fueron colocadas en cámara de crecimiento. por 10 días a 25 °C, con ciclos de luz oscuridad de 12 hrs. En seguida se pasaron a invernadero para su aclimatación, se mantuvieron directamente bajo sombra. Las plantas recibieron un solo riego diario por la mañana, manteniendo el sustrato totalmente húmedo durante dos

semanas. En esta etapa se evaluó el porcentaje de sobrevivencia y el comportamiento morfológico de las plantas.

RESULTADOS

Para llevar a cabo la generación de plantas por vía androgénesis *in vitro*, fue importante el control y prevención de la contaminación microbiana ya que era uno de los principales problemas, así como el de sobrevivencia de los explantes, afortunadamente el establecimiento de cultivos asépticos se logró con éxito desde los primeros ensayos. Como se muestra en la Figura 1 A-E, las primeras evidencias de androgénesis y germinación del embrión son la aparición de la yema radicular (Figura 1F) el engrosamiento y separación de los bordes laterales de la antera (Figura 1G) en algunas ocasiones coincide con la formación de células no diferenciadas en alguna parte de la antera, no necesariamente en contacto con el embrión. Posteriormente, se puede apreciar la aparición de primordios foliares (Figura 1H) y la formación de la planta en *in vitro* (Figura 1I) y la aclimatación en invernadero (Figura 1J)

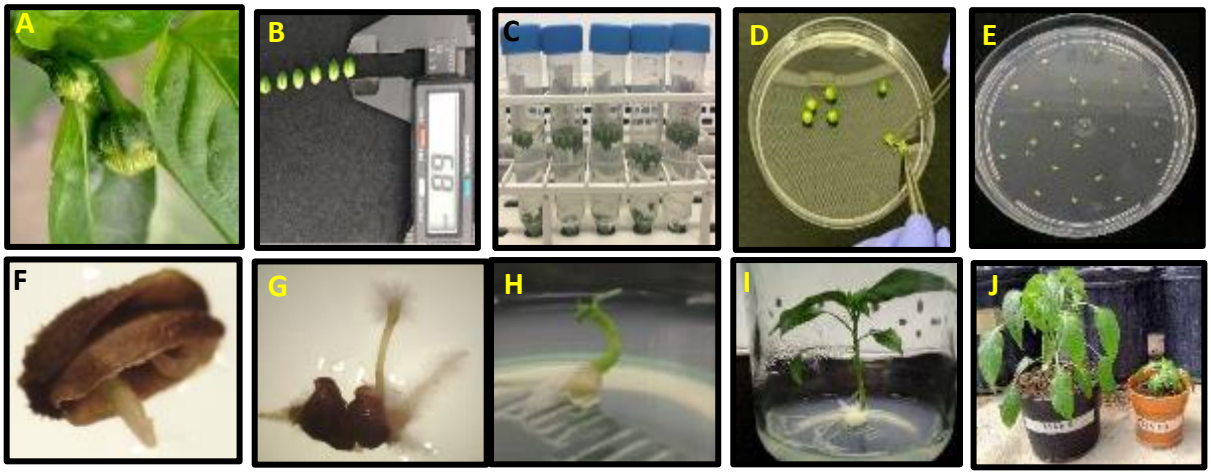


Figura 1. Proceso en el desarrollo de embriones vía androgénesis *in vitro* en plantas de chile (*Capsicum annnuum*).

En la germinación de anteras de los 30 genotipos de chile analizados solamente 10 de ellos mostraron respuesta de inducción de androgénesis, cinco fueron de tipo ancho y cinco de tipo mulato, siendo los de mayor porcentaje de germinación de 5% dos genotipos uno de tipo ancho 3334 y otro de tipo mulato 3328, seguido con un 3%, dos de tipo anchos 3384 y 3383, con 2% dos de tipo mulatos 3344, 3341 y por ultimo con 1% de germinación se

encuentra un mulato 3348 y dos anchos 3359 y 3383. Los 20 genotipos restantes no mostraron respuesta de inducción de androgénesis. (Figura 2). Esto podría deberse a la interacción del genotipo con el medio de cultivo, este tipo de respuesta diferencial ha sido observado por otros autores Koleva-Gudeva *et al*., 2007. Además, estos resultados coinciden Nowaczyk y Kisiala (2006) que obtuvieron una frecuencia de androgénesis no mayor a 5% en los genotipos de *C. annuum* ATZ1, PO y el híbrido F1 de ambos. La baja frecuencia con la que se obtienen embriones somáticos haploides es una respuesta común en el cultivo de anteras de distintas especies; como en la mayoría de los casos este valor no excede al 0.01% (Polci *et al*., 2004).

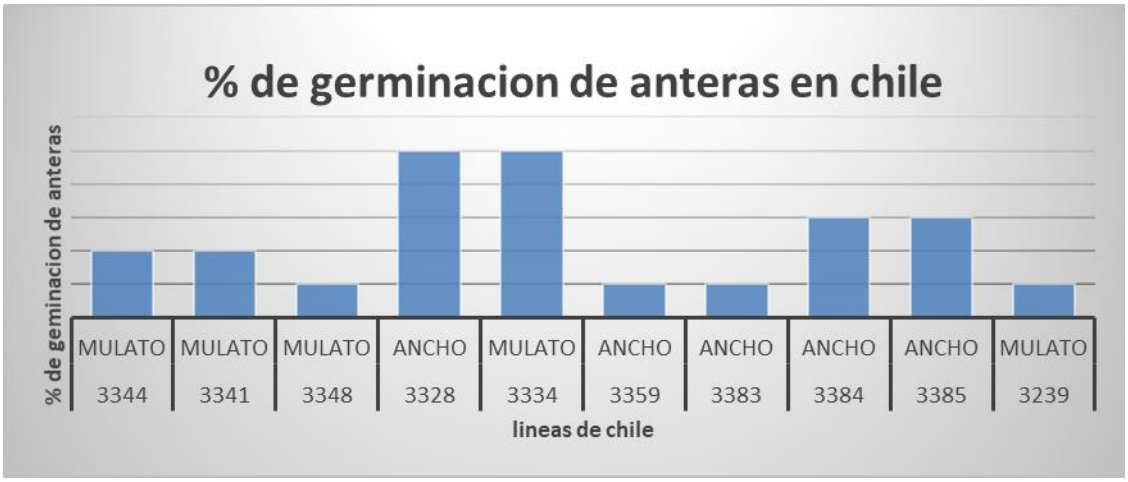


Figura 2. Porcentaje de germinación de anteras en líneas de chile (*Capsicum annuum*)

CONCLUSIONES

Con el protocolo desarrollado permitió determinar las condiciones ideales mediante la observación de las características morfológicas, y las condiciones del cultivo desde el momento de la colecta de los botones florales para la extracción de anteras, la desinfección, la temperatura y duración del tiempo para la formación de embriones y la obtención de plantas a partir del cultivo de anteras, donde de se han aclimatado con éxito las plantas regeneradas a partir de los embriones obtenidos.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados son parte del proyecto Fiscal: Adecuación de tecnología de producción de plantas dobles haploides para el mejoramiento genético con numero de SIGI:13232234789

REFERENCIAS

Aleza, P.; Juárez, P.; Olivares, O. y Navarro, L. 2003. Obtención de plantas haploides y dihaploides de clementino (*Citrus clementina* Hort. Ex Tan). *In*: V Reunión de la Sociedad Española de Cultivo *in vitro* de Tejidos Vegetales. Memoria. Pamplona, España. 29 p.Dumas de Vaulx, R., Chambonnet, D. and Pochard, E. 1981. Culture in vitro d'anthères de piment (*Capsicum annuum* L.): amélioration des taux d'obtention de plantes chez différents génotypes par des traitements à + 35 °C. Agronomie, EDP Sciences. 1(10)859-864).

Gómez, MA; Schwentesius, R. 1991). "El chile seco en Zacatecas y sus perspectivas ante el TLC" en M.A. Gómez Cruz, R. Schwentesius Rindermann, J. C. Ledesma Mares y C. Gallegos, (coeds). El TLC y sus repercusiones en el sector agropecuario del centro- norte de México. UACH, UAZ, México, 1995, pp.63-92.

Koleva-Gudeva, L. R.; Spasenoski, M. and Trajkova, F. 2007. Somatic embryogenesis in pepper anther culture: the effect of incubation treatments and different media. Sci. Hortic. 111 :114-119.

Martin, B.E. 2000. P 38 MAPK signalling cascades: ancient roles and new functions. Bio Essays 22, 637-645.

Maraschin, S. F.; Priester, W.; Spaink, H. P. and Wang, M. 2005. Androgenic switch: an example of plant embryogenesis from male gametophyte perspective. J. Exp. Bot. 56:1711-1726.

Nowaczyk, P. and Kisiala, A. 2006. Effect of selected factors on the effectiveness of *Capsicum annuum* L. another culture. J. Appl. Gen. 47:113-117.

Oliver, M.; García-Mas, J.; Morales, M.; Dolcet-Sanjuan, R.; Vicente, M.; Gómez, H.; Leeuwen, H.; Monfort, A.; Puigdomènech, P. and Arús, P. 2000. The spanish melon genome project: construction of a saturated genetic map. Acta Hortic. 510:375-378.

Polci, P.; Conti, V. y Miranda, R. 2004. Obtención de plantas doble haploides. *In*: Echenique, V.; Rubinstein, C. y Mroginski, L. (eds). Biotecnología y mejoramiento vegetal. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina. 137-148 p.

PERÓXIDO DE HIDROGENO COMO MÉTODO DE CONTROL CONTRA *Fusarium* sp. EN CHILE (*Capsicum annuum* L.)

HYDROGEN PEROXIDE AS A CONTROL METHOD AGAINST *Fusarium* sp. IN CHILE (*Capsicum annuum* L.)

González-Chavira, Mario Martín[1], Guerrero Aguilar Brenda Zulema[1]*, Pons Hernández José Luis[1], Villalobos Reyes Salvador[1] y González Pérez Enrique[1]

[1]Centro de Investigación Regional del Centro (CIRCE) del INIFAP. Km. 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, C.P. 38110 Celaya Gto.
guerrero.brenda@inifap.gob.mx

RESUMEN

El chile (*Capsicum annuum* L.) es después del jitomate, la hortaliza más importante en México. Dentro de las limitantes para su producción son las enfermedades, destacando la marchitez por “fusariosis” ocasionada por el patógeno *Fusarium sp.*, este patógeno puede causar entre el 40 y el 80% de las perdidas en el cultivo. Su principal forma de control es por medio de fungicidas agresivos para el ambiente. En la búsqueda de alternativas y basados en trabajos previos, se propone el uso del Peróxido de Hidrogeno para su control. Para esto se plantea este trabajo cuyo objetivo fue el demostrar que es factible controlar la “fusariosis”, con aplicaciones de Peróxido de Hidrogeno al 15% en una parcela de chile establecida a cielo abierto. Los resultados demuestran que el Peróxido de Hidrogeno funciona para el control de *Fusarium* sp. en el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones a cielo abierto con riego por goteo. La incidencia de la enfermedad causada por *Fusarium* sp. en la parcela tratada con H_2O_2 fue estadísticamente menor al control químico y que el uso del Peróxido como control de *Fusarium* sp. es más barato que el control químico recomendado.

ABSTRACT

The chili (*Capsicum annuum* L.) is, after the tomato, the most important vegetable in Mexico. Among the limitations for its production are diseases, highlighting the "*Fusarium* wilt" caused by the pathogen *Fusarium* sp., This pathogen can cause among 40 and 80% of the losses in the crop. Its main form of control is by means of aggressive fungicides for the environment. In the search for alternatives and based on previous work, the use of Hydrogen Peroxide is proposed for its control. This is the subject of this work, whose objective was to demonstrate that it is feasible to control the "fusariosis wilt", with applications of Hydrogen Peroxide at

15% in a chili plot established in the open air. The results show that the Hydrogen Peroxide works to control *Fusarium* sp. in the cultivation of chili pepper (*Capsicum annuum* L.) under open air conditions with drip irrigation. The incidence of the disease caused by *Fusarium* sp. in the plot treated with H_2O_2 it was statistically lower than the chemical control and that the use of Peroxide as a control of *Fusarium* sp. it is cheaper than the recommended chemical control.

INTRODUCCIÓN

La importancia del cultivo de chile en México es evidente tanto por la amplia distribución y consumo en el país. Este fruto se siembra comercialmente desde el nivel del mar, en las regiones tropicales de la costa, hasta los 2,500 metros de altura en las regiones templadas de la Mesa Central. Se adapta además a un amplio rango ambiental que permite su producción durante todo el año. La superficie sembrada nacional fluctúa alrededor de las 150,000 hectáreas, de las cuales más del 90% cuenta con sistemas de riego.

En México el valor de la producción en el 2019 fue de 22.5 mil millones de pesos, solo superado por los cultivos de maíz grano y caña de azúcar. Sobresalen: Chihuahua (21.4 %), Sinaloa (16.9%) y San Luis Potosí (14.5%). En cuanto a chile seco el 95% del volumen de producción lo obtienen San Luis Potosí y Zacatecas (SIAP, 2016).

Entre los factores limitantes más importantes para la producción de chile en México y el mundo están las enfermedades que lo afectan. Entre estas destaca la causada por *Fusarium sp*. el cual es considerado un patógeno de importancia económica. Además, varias especies pueden infectar este cultivo causándole la enfermedad conocida como “fusariosis”, cuyos principales síntomas son amarillamiento y marchitamiento de hojas, necrosis de raíz y tallo y/o marchitamiento del fruto (Zaccardelli, 2008). En función de las condiciones ambientales, los ecotipos y la cantidad de inoculo en el suelo este patógeno puede causar entre el 40 y el 80% de las perdidas en el cultivo (González-Pérez y col., 2004). El control de la enfermedad causada por *Fusarium* en *Capsicum* se concentra en el uso excesivo de agroquímicos tales como el tebuconazol (D’Mello y col., 1998), incrementa la producción de micotoxinas como el 3-Acetyl deoxynivalenol, finalmente se induce la resistencia genética del patógeno (Spolti, y col., 2014).

La creciente preocupación por el daño causado por el uso de pesticidas a la salud humana y el medio ambiente, ha generado un creciente interés en el uso de compuestos que sean seguros para el ser humano y el ambiente. Una alternativa a la aplicación de fungicidas, es el uso del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) cuyo mecanismo de acción consiste en la oxidación

de los grupos sulfhidrilo y los dobles enlaces de los enzimas, provocando una modificación conformacional de las proteínas ocasionando la pérdida de su función y, por lo tanto, la muerte celular. A nivel de esporas el peróxido puede trasladar su poder oxidante a la desorganización del ácido dipocolínico, la molécula que da la capacidad de resistencia a las esporas. Así pues, vemos que la acción desinfectante del Peróxido de Hidrogeno está basada en hacer vulnerables las estructuras de protección, alterando la conformación de las paredes celulares y permitiendo el acceso al interior de estos organismos, para dañar a otras estructuras como el ADN. El agua oxigenada o peróxido de hidrógeno es el único agente germicida compuesto sólo de agua y oxígeno, por lo que está considerado el desinfectante natural más seguro (Baldry, 1983).

Trabajos previos realizados *in vitro* permitieron definir que usando una concentración del 25% de H_2O_2 se inhibía completamente el crecimiento de *Phytophthora capsici, Sclerotium rofsii, Fusarium oxysporum, Fusarium solani, Rhizoctonia solani* y *Macrophomina phaseolina* (Vargas-Villalobos, y col. 2019). Pruebas adicionales realizadas en invernadero con plantas de chile, establecidas en macetas con sustratos con altos niveles de inoculo, nos permitió concluir que la dosis del 25% de H_2O_2 en estas condiciones, era tóxica para la planta matándola. Los resultados en estos experimentos nos permitieron establecer la dosis del 15% como la adecuada, ya que no era toxica para la planta y disminuía significativamente el nivel del inoculo de *Phytophthora capsici, Sclerotium rolfsii, Fusarium oxysporum, Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* (datos no publicados). En base a lo anterior, se plantea este trabajo cuyo objetivo fue el demostrar que es factible controlar al patógeno *Fusarium* sp., con aplicaciones de Peróxido de Hidrogeno al 15% en una parcela de chile establecida a cielo abierto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal. Se usó para la evaluación una variedad comercial de chile ancho criollo, susceptible a *Fusarium* sp. que tradicionalmente usa el productor. La propagación de las plantas se realizó en charolas de poliestireno con 333 cavidades en sustrato estéril, formado por una mezcla de una parte de turba (peat moss) y una de vermiculita, posteriormente (en la etapa de 4 hojas verdaderas) se trasplantaron directamente en 2 lotes experimentales, de 300 m^2 cada uno, ubicados en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del INIFAP en Celaya Guanajuato.

Material fúngico. Los lotes experimentales se establecieron en un terreno del CEBAJ con infestación natural de *Fusarium*, con niveles de inoculo de 2600 UFC/g de suelo.

Conducción del experimento. El experimento consistió en dos tratamientos cada uno con un área de 300m^2 y con sistema de riego por goteo, a uno de ellos se le aplicó el tratamiento químico usado por los productores para el control de *Fusarium,* este consiste en la aplicación alternada cada 15 días de Cercobin 2 kg/ha (Tiofanato metílico, 700 g de i.a./kg) y Tebuconazol 25% pv 1 l/ha (250 g/l), iniciando una semana después del trasplante hasta la cosecha esto significo 7 aplicaciones, cuatro de cercobin y tres de Tebuconazol. El segundo tratamiento fue la aplicación de Peróxido de Hidrogeno (grado industrial) a una concentración de 15% cada semana hasta la floración y después cada 15 días hasta la cosecha (7 aplicaciones).

Manejo del cultivo. La fecha de trasplante fue el 21 de abril y de cosecha el 16 de julio del 2020, el manejo agronómico fue de acuerdo a lo recomendado por el INIFAP.

Variables a evaluar. Para este trabajo se evaluó periódicamente las unidades formadoras de colonias (UFC) de *Fusarium* presentes en el suelo y la incidencia de la enfermedad, se hicieron observaciones periódicas en las que se registró como enfermas las plantas que manifestaron síntomas de fusariosis sin importar el grado de severidad registrándose plantas enfermas por cada 100 plantas muestreadas.

Análisis de Suelo. Los muestreos de suelo previo al trasplante y posteriores, se realizaron usando una distribución en cinco de oros a una profundidad de 0-30 cm, las cinco muestras colectadas se secaron a temperatura ambiente y se mezclaron uniformemente para formar una mezcla de trabajo final. Se midió el nivel de inoculo de *Fusarium* sp. (UFC/g de suelo).

Conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC). Se preparó una suspensión con 1 g de suelo disuelto en 9 ml de agua destilada estéril, de ésta se tomó 100 µl y se mezcló con 900 µl de agua destilada estéril. A partir de ésta, se procedió a dispersar un mililitro sobre 4 cajas (250 µl por caja) con agar-PDA al 25% acidificado. A las 48 horas se realizó un conteo en 25 campos por caja (los puntos representan el 5 % del área por caja petri). Se sumó el número de colonias de *Fusarium* observadas en los 25 puntos de las cuatro cajas petri, y se estimó el número respecto al 100 %

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos reflejan una disminución de los niveles de inoculo en ambos tratamientos (Figura 1). Los dos comienzan con 2,600 UFC, en el químico se logró disminuir hasta 1,000 UFC para terminar al momento de la cosecha en 1,800 UFC. En el tratamiento con peróxido, se observa una tendencia similar, se logra disminuir el inoculo hasta 600 UFC y mantenerse en este nivel durante más de un mes, en los muestreos finales comienza a

aumentar y termina con 1000 UFC en la cosecha. Este comportamiento es similar a lo reportado por Cuervo-Usán, y col. en 2014, que usaron dosis crecientes de peróxido para desinfectar suelo y lograron la eliminación de *Phytophthora, Brotytis, Fusarium, Aspergillus, Penicillum, Trichoderma* y *Rhizophus*. También a lo publicado por Nandi y col en el 2017, que, tratando semillas de chile con diferentes dosis de peróxido, lograron disminuir la infestación con *Fusarium moniliforme* y otros patógenos.

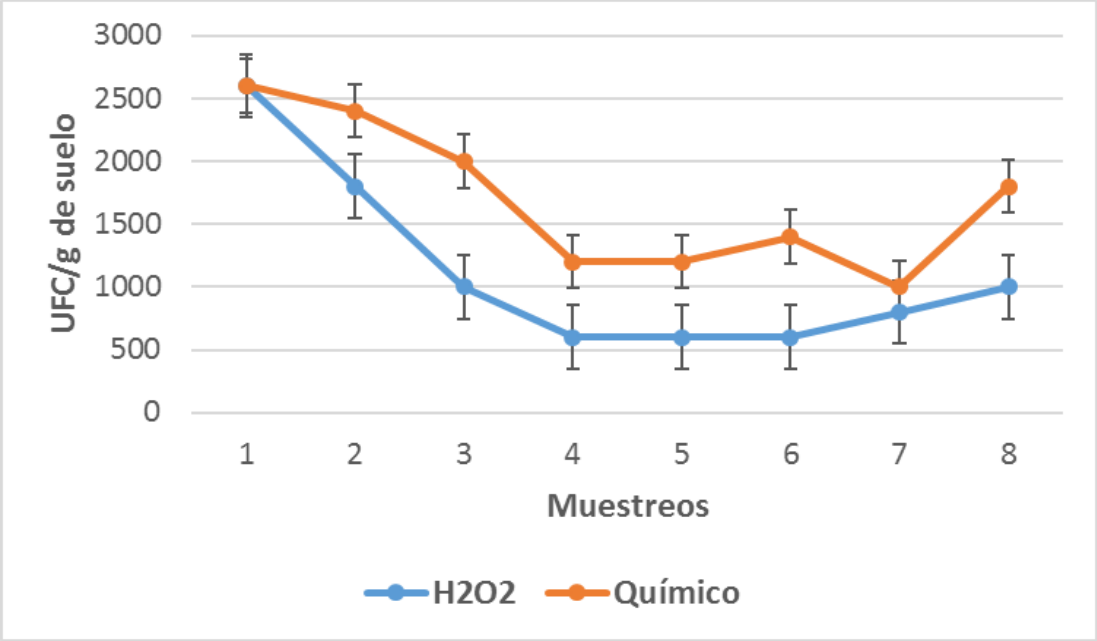


Figura 1. Niveles de inoculo en UFC/g de suelo de *Fusarium sp*., en el cultivo de chile con aplicaciones de fungicidas y Peróxido de Hidrogeno para su control.

En cuanto a la incidencia de fusariosis, en el tratamiento químico se llegó a cosecha con un 23% de plantas enfermas y en el tratamiento con H_2O_2 con el 12% de plantas afectadas con los síntomas causados por *Fusarium* sp. (Figura 2) siendo estadísticamente diferentes. Esta disminución de la incidencia coincide con lo reportado por Abdel-Monaim, y col., en el 2012, quienes trataron plántulas de tomate con diferentes dosis de peróxido de hidrogeno y lograron disminuir las enfermedades radiculares causadas por *Fusarium solani, Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*.

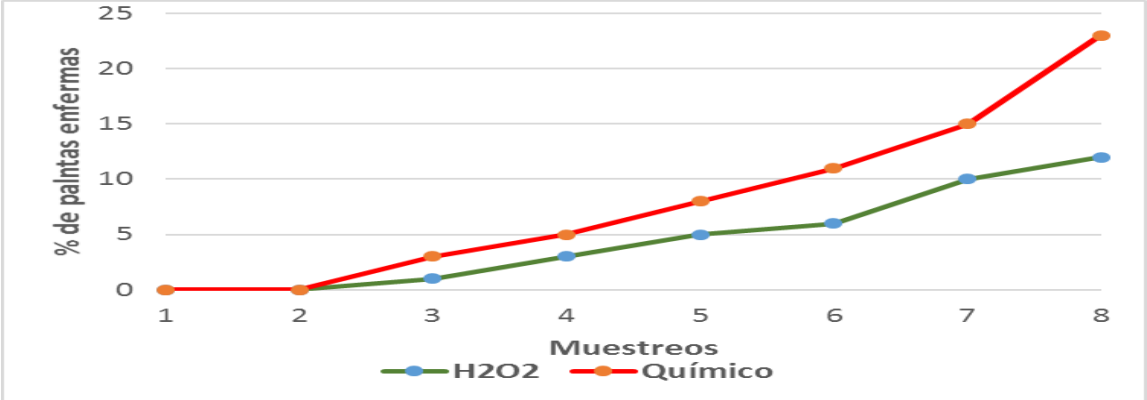


Figura 2. Niveles de incidencia de fusariosis en porciento de plantas enfermas por *Fusarium sp*., en el cultivo de chile con aplicaciones de fungicidas y Peróxido de Hidrogeno para su control.

Para lograr la concentración del 15% de Peróxido para su aplicación en una hectárea, es necesario diluir 60 litros de una solución al 50% de este compuesto en 200 litros de agua. Si consideramos el costo al mayoreo en pesos (1000 L) de $12.00/L, el costo total del tratamiento usado en este trabajo fue de $5,040. En cuanto al químico, se consideró un costo de Cercobin de $850.00/kg y el de Tebuconazol de $1200.00, con las aplicaciones que se dieron para el control de *Fusarium* sp., se tuvo un costo total del tratamiento de $10,400.00. Como se puede apreciar el ahorro para el productor sería significativo. Además, el tratamiento con el Peróxido sería de amplio espectro ya que ayudaría a controlar adicionalmente a *Fusarium* sp. otros patógenos habitantes del suelo como *Phytophthora capsici, Sclerotium rolfsii, Fusarium oxysporum, Fusarium solani y Rhizoctonia solani*, también muy importantes como patógenos del chile. Otros aspectos que se deben considerar es su certificación para su uso en agricultura orgánica y su posible función como elicitor aumentando las defensas de la planta contra otros tipos de estrés mediante la activación de la resistencia sistémica adquirida (Ward y col., 1991).

CONCLUSIONES

El Peróxido de Hidrogeno funciona para el control de *Fusarium* sp. en el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones a cielo abierto con riego por goteo. La incidencia de la enfermedad causada por *Fusarium* sp. en la parcela tratada con H_2O_2 fue estadísticamente menor al control químico. El uso del Peróxido a como control de *Fusarium* sp. es más barato que el control químico recomendado.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados son parte del proyecto fiscal: “Desarrollo y transferencia de tecnologías sustentables para la producción de chile y jitomate en campo e invernadero”, No. 167834791

REFERENCIAS

Abdel-Monaim, M.F., M.A.W. Abdel-Gaid and H.A.H. Armanious. 2012. Effect of chemical inducers on root rot and wilt diseases, yield and quality of tomato. Int. J. Agric.Sci. 2(7): 210 – 220.

Baldry, M.G. 1983. The bactericidal, fungicidal and sporicidal properties of hydrogen peroxide and peracetic acid. J Appl Bacteriol. 54(3):417-23.

Cuervo-Usán, Y., P. Tornos-Mauri, J.C. Hernández-Domínguez, D. Orihuela-Calvo, M.E. Domínguez-Hernández y E. Moreno-Martínez .2014. Eficacia de peróxidos en la desinfección de suelos aptos para el cultivo de fresa en el Mediterráneo. Rev. Fitotec. Mex. 37(4): 393 – 398.

D’Mello, J.P.F. A.M.C. Macdonald, D. Postel, W. T.P. Dijksma, A. Dujardin and C. M. Placinta. 1998.Pesticide use and mycotoxin production in *Fusarium* and *Aspergillus* phytopathogens. European Journal of Plant Pathology 104: 741–751

González-Pérez, E., Yánez-Morales, M. J., Santiago-Santiago, V., Montero-Pineda, A. 2004. Biodiversidad fungosa en la marchitez del chile y algunos factores involucrados, en Tlacotepec de José Manzano, El Verde, Puebla. Agrociencia. 38(6): 653-661.

Nandi, M., Z. Pervez, S. Alam, S Islam and R. Mahmud. 2017. Effect of Hydrogen Peroxide Treatment on Health and Quality of Chilli Seed. Int. J. Plant Pathol., 8 (1): 8-13. DOI: 10.3923/ijpp.2017.8.13

SIAP. 2016. Atlas Agroalimentario 2016. Primera edición, http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/ientidad/index.jsp

Spolti, P., E.M. Del Ponte, Y. Dong, J.A. Cummings, and G.C. Bergstrom, 2014. Triazole Sensitivity in a Contemporary Population of *Fusarium graminearum* from New York Wheat and Competitiveness of a Tebuconazole-Resistant Isolate. Plant Disease, 98: 607 – 613.

Vargas-Villalobos, A.V., B.Z. Guerrero-Aguilar, M. González-Chavira y J.L. Pons-Hernández. 2019. Peróxido de Hidrogeno como método de control contra patógenos de raíz. II. Congreso Nacional de Ciencias Agropecuarias del TecNM. Roque, Celaya, Guanajuato ISSN: 2448-6620

Zaccardelli, M., Vitale, S., Luongo, L., Merighi, M., Corazza, L. 2008. Morphological and Molecular Characterization of Fusarium solani Isolates J. Phytopathology: 156, 534–541.

Ward, E. R., Uknes, S. J., Williams, S. C., Dincher, S. S., Wiederhold, D. L., Alexander, D. C., Ahl-Goy, P., Métraux, J.-P., and Ryals, J. A. 1991. Coordinate gene activity in response to agents that induce systemic acquired resistance. Plant Cell 3:1085-1094

PRACTICAS DE MANEJO FORESTAL PARA *Nolina cespitifera* Trel. EN LOS ESTADOS DE COAHUILA Y ZACATECAS

FORESTAL MANAGEMENT PRACTICES FOR *Nolina cespitifera* Trel. IN THE STATES OF COAHUILA AND ZACATECAS

David Castillo Quiroz[1*], Adrián Hernández Ramos[1], Antonio Cano Pineda[1], Eulalia Edith Villavicencio Gutiérrez[1], Pablito Marcelo López Serrano[2]

[1]Campo Experimental Saltillo INIFAP. [2]Universidad Juárez del Estado de Durango, *Autor de correspondencia. Correo: castillo.david@inifap.gob.mx

RESUMEN

El cortadillo *(Nolina cespitifera* Trel.) es un recurso forestal no maderable de las zonas áridas y semiáridas en el noreste de México y de importancia económica y social para los productores del área rural. Sin embargo, el aprovechamiento se ha realizado sin un manejo adecuado por más de cinco décadas, causando el deterioro de los ecosistemas donde habita. Actualmente, para realizar un aprovechamiento racional y sustentable de este recurso, se carece de información sobre las prácticas de manejo de los recursos forestales no maderables de interés comercial. El objetivo de este estudio fue caracterizar las prácticas actuales de manejo forestal de *N. cespitifera* en dos estados del noreste de México. Dentro de los resultados obtenidos en este estudio se pudo constatar que las prácticas de manejo utilizadas para el aprovechamiento *N. cespitifera* en los estados de Coahuila y Zacatecas son limitadas e insuficientes para garantizar un manejo sostenible de este recurso.

ABSTRACT

Cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) Is a non-timber forest resource in arid and semi-arid zones in northeast Mexico of economic and social importance for producers in rural areas. However, the harvest has been carried out without proper management for more than five decades, causing the deterioration of the ecosystems where it lives. Currently, to make a rational and sustainable use of this resource, there is a lack of information on the management practices of non-timber forest resources of commercial interest. The objective of this study was to characterize the current forest management practices of *N. cespitifera* in two states in northeast Mexico. Among the results obtained in this study, it was found that the management practices used to harvest *N. cespitifera* in the states of Coahuila and Zacatecas are limited and insufficient to guarantee sustainable management of this resource.

INTRODUCCION

El cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) es un recurso forestal no maderable y un elemento endémico de las zonas áridas y semiáridas del noreste de México. Su área de distribución se localiza al sur de Coahuila y Nuevo León y norte de Zacatecas. De esta especie se obtiene una fibra dura utilizada principalmente como materia prima combinada con sorgo escobero en la elaboración de escobas y en la fabricación de rodillos y discos para barredoras mecánicas (Castillo *et al*., 2015). El aprovechamiento de cortadillo en el noreste de México se ha realizado en forma desordenada y sin un manejo adecuado por más de

cinco décadas, lo que ha provocado el deterioro de los ecosistemas donde habita y, por tanto, un déficit en la producción de fibra (Castillo *et al*., 2015; Castillo y Sáenz, 1933). Además, debido al inadecuado aprovechamiento que ha estado sometido y su baja regeneración natural, y otros factores adversos como las sequías prolongadas y los incendios forestales han originado que los recolectores de esta materia prima se trasladen a aéreas de aprovechamiento cada día más alejadas para recolectar el recurso, lo cual se refleja en una menor eficiencia en su aprovechamiento y como consecuencia una menor captación de ingresos económicos. Actualmente, existe escaza información sobre las prácticas de manejo de los recursos forestales no maderables de interés comercial. Por ello, el objetivo de este estudio fue caracterizar las prácticas actuales de manejo forestal de *N. cespitifera* en dos estados del noreste de México.

MATERIALES Y METODOS

Para cumplir los objetivos de este estudio se realizó un proceso documental en tres etapas:

Etapa 1.- La información de las actuales prácticas de manejo forestal para cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) en los estados de Coahuila y Zacatecas se recopilaron de documentos de investigación, divulgación y publicaciones relacionadas con las prácticas de manejo forestal y la biometría forestal en los dos estado.

Etapa 2.- Se realizó una búsqueda sobre los programas de manejo para *N. cespitifera* en los dos estados donde se realiza el aprovechamiento de esta especie. Esto consistió en solicitar información a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de la documentación requerida para la planeación de las actividades de manejo (programa de manejo forestal no maderable, avisos de aprovechamientos, estudio técnico justificativo, etc.) de la especie.

Etapa 3.- Se revisó la legislación vigente sobre prácticas de aprovechamiento para *N. cespitifera* y se elaboró un reporte de los procedimientos legales para su aprovechamiento, que integrarán al menos la siguiente información: tipo de muestreo, métodos para estimar el inventario total en un programa de manejo forestal no maderable (PFNM), requisitos de PMFN o Estudios Técnicos Justificativos (ETJ), criterios para la aprobación del aprovechamiento y procedimientos de ejecución del PMFM o ETJ.

RESULTADOS Y DISCUSION

Aprovechamiento de *N. cespitifera*

El aprovechamiento de *N. cespitifera* en los estados de Coahuila y Zacatecas es semejante, ya que en ambos estados se aplica un manejo irregular y con poca planeación. La parte aprovechable de *N. cespitifera* son las hojas, de donde se extrae la fibra, las cuales deben de tener una longitud mínima de 40 cm, ya que es la medida establecida por la industria. La forma de cosechar consiste en cortar las hojas aprovechables a una altura de 10 cm arriba de la base de la planta, mediante el uso generalmente de una rozadera, esto para permitir la regeneración de las hojas y evitar daños al meristemo de crecimiento. Una vez realizado el corte, las hojas se agrupan en “tercios”, de 30 a 40 kg, los cuales se transportan a la planta beneficiadora. Esta práctica se realiza generalmente todo el año y de forma intensiva en las mismas plantas al obtener la altura mínima aprovechable. La tasa de regeneración de la hoja varía dependiendo la región y está relacionada con la precipitación, con un turno de entre 12 a 18 meses, alcanzando alturas de hasta 50 cm (Sáenz y Castillo, 1992, Castillo, 1995).

Métodos para la evaluación del recurso

La evaluación de las poblaciones naturales de cortadillo se realiza de forma semejante al resto de las especies forestales no maderables en el noreste de México. Los técnicos que elaboran los programas de manejo para el aprovechamiento de fibra de *N. cespitifera* utilizan los métodos de muestreo aleatorio, sistemático y estratificado, dependiendo las condiciones de la población, para realizar los inventarios forestales y cuantificar las existencias reales del recurso en las áreas de aprovechamiento. Para especies del de las zonas áridas y semiáridas (Hernández *et al.* (2017), recomiendan utilizar un muestreo sistemático estratificado, el cual presenta valores en los estimadores con menor sesgo al estimar el inventario total a nivel predial comparado con un muestreo simple aleatorio, además, tiene menor varianza, menor error y requiere para su aplicación un menor esfuerzo de muestreo.

Ecuaciones alométricas para estimar el peso verde de hoja del cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel).

Para cuantificar el cortadillo, en algunas regiones del noreste del país utilizan el análisis dimensional, es el método más conocido y se utiliza para generar un modelo estadístico que estime la biomasa (peso de las hojas) a partir de una relación entre las variables de una planta, con características que se puedan medir fácilmente en campo, permitiendo la cuantificación e inventario de un recurso (Castillo y Sáenz, 2005). Para desarrollar modelos de predicción de biomasa de una planta, se requiere tener una muestra de la población de la especie de interés, y las mediciones adecuadas de sus atributos y las variables por relacionar. En Cuadro 1 se muestran las ecuaciones alométricas desarrolladas para estimar el peso seco de las hojas de cortadillo, en los estados de Coahuila y Zacatecas.

Cuadro 1. Ecuaciones alométricas desarrolladas para el Cortadillo (*Nolina cespitifera *Trel.) en Coahuila.

Estado	Municipio	Forma Específica	Referencia
Coahuila	Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente	$Y = 0.18487\ (v)^{0.6552}$	Castillo *et al*. (2009)
Coahuila	Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente	$Y = 0.05573\ (v)^{0.7351}$	Castillo *et al*. (2009)
Coahuila	Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente	$Y = 0.00958\ (v)^{0.9031}$	Castillo *et al*. (2009)
Coahuila	Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente	$Y = 0.1016\ (v)^{0.7506}$	Castillo *et al*. (2009)
Coahuila	Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente	$Y = 0.3187\ (DB)^{1.91109}$	Castillo y Sáenz (2005)

Dónde Y = Peso de hojas (g), V = Volumen (cm^3).

Para la cuantificación de la biomasa e inventario del cortadillo actualmente se utilizan tarifas y tablas de producción generadas por el INIFAP (Castillo y Sáenz, 2005; Castillo *et al*., 2009) mismas que actualmente se siguen utilizando.

Producción y superficie bajo aprovechamiento

En el Cuadro 2 se muestra la superficie y biomasa de hoja de cortadillo autorizada con avisos de aprovechamiento vigente en los estados de Coahuila y Zacatecas. Coahuila registró una superficie de 19,288.39 ha y una biomasa autorizada de 669.11 ton; Zacatecas cuenta con19,393.80 ha y 73.04 ton de biomasa autorizado. La mayor biomasa por aprovechar corresponde al municipio de Saltillo en Coahuila y para Zacatecas, Mazapil registró la mayor biomasa. La vigencia de los aprovechamientos en Coahuila y Zacatecas es de 3 a 5 años; todos los programas de manejo se ingresan bajo la modalidad de aviso de aprovechamiento.

Cuadro 2. Superficie y biomasa de *N. cespitifera* autorizada para aprovechamiento del 2013 al 2018, en Coahuila y Zacatecas.

Estado	Municipio	No. de predios	Superficie autorizada (ha)	Biomasa autorizada (ton)
Coahuila	Arteaga	1	2,089.00	184.75
	Parras	1	8,160.66	164.21
	Saltillo	3	9,038.73	320.15
Zacatecas	Concepción del Oro	1	5,982.00	0.74
	El Salvador	2	11,346.00	32.75
	Mazapil	1	2,065.80	39.55
Total			**38,682.19**	**742.15**

Fuente: Aviso de aprovechamiento de la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de la SEMARNAT, 2018.

Legislación para el aprovechamiento del *N. cespitifera*

Para la autorización del aprovechamiento de *N. cespitifera*, se deben cumplir las regulaciones marcadas en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) (artículo 105) y su Reglamento, además de la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SEMARNAT-1997, la que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento transporte y almacenamiento de las hojas de *N. cespitifera*.

CONCLUSIONES

Las prácticas de manejo utilizadas actualmente para el aprovechamiento *N. cespitifera* son limitadas e insuficientes para garantizar un manejo sostenible del recurso en los estados de Coahuila y Zacatecas.

AGRADECIMIENTOS Y/O FUENTE FINANCIERA

Los autores agradecen al Fondo Sectorial CONAFOR-CONACYT por el apoyo financiero otorgado al proyecto 292674, titulado “Mejores prácticas de manejo y generación de tablas de volumen y biomasa para las principales especies forestales no maderables de importancia económica en los ecosistemas áridos y semiáridos de México”.

REFERENCIAS

Castillo Q., D. 1995. Establecimiento de plantaciones de cortadillo en la región ixtlera del sur del municipio de Saltillo, Coah. *In*: Memoria del Taller de Identificación de Proyectos Productivos para el Programa de Desarrollo Regional Sustentable de las zonas ixtleras y candelilleras. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. pp. 153

Castillo Q.D., Avila F.D.Y., Castillo R.F., Antonio B.A. y Martínez B. O.U. 2015. *Nolina cespitifera* Trel. recurso forestal no maderable de importancia económica y social del noreste de México. *Interciencia* Vol. 40 Nº 9 611-617.

Castillo Q., D. y J. T. Sáenz R. 1993. Aspectos ecológicos del cortadillo *Nolina*sp. en el sur de Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente, Coahuila. INIFAP-CIRNE Campo Experimental La Sauceda. Folleto Técnico No. 4. Saltillo, Coah., México. 17 p.

Castillo Q.D. y Sáenz R.J.T. 2005. Tarifa de Rendimiento de Cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) para el sur de Coahuila. Folleto Técnico Nº 19. INIFAP-CIRNE. México. 23 p.

Castillo Q.D., Sáenz R.J.T., Torres E. L.M. y Sánchez A. D. 2009. Tablas de producción para el inventario de Cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) en el Sureste de Coahuila. *Revista Ciencia Forestal en México.* Vol.34 No.105 159-174 pp.

Hernández-Ramos, A., A. Cano-Pineda, C. Flores-López y J. Hernández-Ramos. 2017. Comparación de los estimadores de dos métodos de muestreo en poblaciones naturales de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc). Rev. Mitigación del Daño Ambiental, Agroalimentario y Forestal de México, 3(3): 75-84.3

Sáenz R., J. T. y D. Castillo Q. 1992. Guía para la evaluación del cortadillo en el Estado de Coahuila. Campo Experimental La Sauceda, INIFAP-CIRNE. Folleto Técnico No. 3. Saltillo, Coahuila, México. 13 p.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2003). Norma Oficial Mexicana NOM-007-SEMARNAT-1997
http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3306/1/nom-0

RENDIMIENTO DE DOS HÍBRIDOS MAÍZ FORRAJERO INOCULADOS CON *BACILLUS* SPP

YIELD OF TWO FORAGE CORN HYBRID INOCULATED WITH BACILLUS SPP

Gallegos-Robles, Miguel Ángel[1]; González-Salas Uriel[1]; Rodríguez-Hernández Martha Georgina[1]; García-de la Paz Nery Cecilia[1]; García-Hernández José Luis[1]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED, ejido Venecia, Gómez Palacio, Dgo., carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, km 35, garoma64@hotmail.com

RESUMEN

El uso de microorganismos promotores del crecimiento tiene grandes beneficios, los que ayudan a disminuir el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas usados en la producción agrícola. Los objetivos en este trabajo fueron evaluar en campo cepas del género *Bacillus* spp., en el rendimiento de maíz forrajero. El estudio fue realizado en el campo experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia en la Universidad Juárez del Estado de Durango en la región de la Comarca Lagunera, ubicada en el norte de México, durante el año 2018. Dos cepas de *Bacillus amyloliquefaciens* y tres de *Bacillus subtilis* fueron evaluadas en campo durante los ciclos primavera-verano (P-V) y otoño-invierno (O-I) del año 2018, en dos híbridos de maíz (Galáctico y AG 614). En comparación con el testigo la inoculación con la cepa de *Bacillus amyloliquefaciens* favoreció un incremento en el peso fresco de la planta, el peso seco, el diámetro de tallo, el número de elotes, el peso fresco de raíz y en la longitud de la raíz; mientras que *Bacillus subtilis,* favoreció el incremento en el peso fresco de la raíz. En cuanto al área foliar y el porcentaje de proteína cruda, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos inoculados con las cepas en estudio, observándose resultados similares a los obtenidos con el tratamiento químico. Finalmente, para el diámetro de raíz, el resultado más favorable se presentó en el tratamiento químico. Los mejores resultados se observaron durante el ciclo P-V.

ABSTRACT

The use of growth-promoting microorganisms has great benefits, which help reduce the excessive use of fertilizers and pesticides used in agricultural production. The objectives of this work were to evaluate strains of the genus *Bacillus* spp., in the yield of forage corn. The study was carried out in the experimental field of the Faculty of Agriculture and Zootechnics at the Juárez University of the State of Durango in the Lagunera region, located in northern Mexico, during 2018. Two strains of *Bacillus amyloliquefaciens* and three of *Bacillus subtilis*

were evaluated in the field during the spring-summer (PV) and autumn-winter (OI) cycles of the year 2018, in two corn hybrids (Galactic and AG 614). Compared with the control, inoculation with the *Bacillus amyloliquefaciens* strain favored an increase in the fresh weight of the plant, dry weight, stem diameter, number of corn, fresh weight of root and root length; while *Bacillus subtilis*, favored the increase in the fresh weight of the root. Regarding the leaf area and the percentage of crude protein, no significant difference was observed between the treatments inoculated with the strains under study, observing similar results to those obtained with the chemical treatment. Finally, for the root diameter, the most favorable result was presented in the chemical treatment. The best results were observed during the P-V cycle.

INTRODUCCION

El maíz es un cultivo de suma importancia en México, tanto en la alimentación de los humanos como también para el animal; es utilizado en la alimentación del ganado como forraje en diferentes formas como lo son en rastrojo, grano y ensilaje (SIAP, 2018).

El ensilaje de maíz es muy importante para el ganado debido a que cuenta con muy buen valor energético. En México, en el año 2017, se cosecharon 17 000 681 toneladas, de las cuales 993 121 toneladas fueron de Coahuila y 2 204 312 toneladas de Durango, teniendo un rendimiento (ton/ha) de 39.922% y 34.123% respectivamente (SIAP, 2018).

Para que el maíz proporcione una producción importante de biomasa, la planta necesita una gran cantidad de nutrientes, como el suelo no cuenta con todos los nutrientes, se utilizan fertilizantes químicos, los cuales proporcionan los nutrientes faltantes, la desventaja de estos es que contaminan los suelos. Es por esto, que en la agricultura se empiezan a utilizar fertilizantes orgánicos tales como el estiércol solarizado, lixiviados y otros abonos orgánicos, los cuales aportan una cantidad importante de nutrientes, además de que ayudan al suelo y mejoran el rendimiento (Lugtenberg & Kamilova, 2009). Otra alternativa es el uso de bacterias promotoras de crecimiento; estudios indican que permiten mejorar el proceso de producción en términos económicos y ambientales; se les caracteriza por su eficiencia en la fijación biológica de nitrógeno, producción de compuestos indólicos y solubilización de fósforos.

Estas características hacen de las PGPR, bacterias muy estudiadas hoy en día por su potencial, no solo para la mejora en el crecimiento de cultivos o el ejercicio como agentes de biocontrol, sino también, en la variedad de posibilidades tanto de descontaminación de suelos como de reforestación y recuperación de ecosistemas. Hoy en día también se están

investigando cepas bacterianas modificadas genéticamente que mejoran e incluso potencian la acción e interacción con las plantas, cuando anteriormente las condiciones eran desfavorables, ya fuese debido a los cultivos, a los suelos o a los propios microorganismos. Los objetivos de este trabajo fueron: evaluar el efecto de bacterias del género *Bacillus* spp en la producción de forraje de maíz, evaluar la respuesta de dos híbridos de maíz en la producción de forraje al inocularlos con bacterias del género *Bacillus* spp.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el campo agrícola de la Facultad de Agricultura y Zootecnia ubicada en el ejido Venecia en las coordenadas 25°46′59.96″ de latitud Norte y 103°21′02.63″ de longitud Oeste y una altitud media de 1100 m.s.n.m. Se preparó el terreno mediante el uso del barbecho, a 30 cm de profundidad, después se metió la rastra, con la finalidad de romper los terrones, y por último se niveló el terreno. Las cepas de *Bacillus* spp se activaron en medio YGP líquido y se ajustó a una concentración de 10^7 células m/L (Bashan *et al*., 1989). A partir de este medio fue inoculada la semilla de maíz (110 semillas) utilizando bolsas de plástico con 15 mL de la suspensión bacteriana en cada tratamiento, se mezcló de forma homogénea, se dejó en remojo hora y media. Pasado este tiempo, se procedió a realizar la siembra en campo. La siembra se realizó en seco el día 26 de marzo del año 2018. Cada tratamiento tenía cuatro surcos de 4 m de longitud, una distancia entre surcos de 0.75 m y una distancia entre plantas de 0.15 m. La dosis de fertilización empleada en el tratamiento químico fue 180-90-00 respectivamente para nitrógeno, fósforo y potasio. En los tratamientos donde se aplicó *Bacillus* sp., solamente se aplicó la mitad de la dosis de la fertilización química. El sistema de riego que se usó fue por cintilla (0.15 mm de espesor con emisores a cada 0.15 m) aplicando un primer riego después de la siembra; los posteriores aplicados cada tercer día con un gasto (Q) de 3.0 L/hm lineal con base a una tasa de evaporación del 60% medida con tanque evaporímetro tipo A. Los tratamientos estuvieron formados por la combinación de los aislados de *Bacillus* spp*.,* y los híbridos de maíz; evaluados en campo bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2x6 y tres repeticiones. Los niveles del factor A (cepas) fueron: BJ=*Bacillus* de zacate Johnson, B1M= *Bacillus* 1 de maíz, B2M= *Bacillus* 2 de maíz, B1S= *Bacillus*1 de sorgo, B2S= *Bacillus* 2 de sorgo y el control químico sin *Bacillus* (SB= sin *Bacillus)*; los niveles del factor B, fueron dos híbridos de maíz forrajero: H1= Galáctico, H2= AG 614, generando un total de 12 tratamientos. En cada uno de los tratamientos se consideró un metro lineal para

las variables evaluadas, peso fresco (PF), peso seco (PS), diámetro de tallo (DT), número de elotes por planta (NEPP), contenido de proteína cruda (PC), peso seco raíz (PSR). Se realizaron análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey (α=0.05) con el paquete estadístico SAS® (V 9.2).

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza (datos no mostrados) en las cepas mostró diferencias altamente significativas ($p<0.01$) en peso fresco, peso seco, diámetro de tallo, número de elotes por planta, peso seco de raíz y diferencias no significativas en contenido de proteína.

En los ciclos agrícolas hubo diferencias significativas ($p<0.01$) en las variables de peso fresco, peso seco, diámetro de tallo, peso seco de raíz, proteína cruda, no hubo diferencias significativas en número de elotes por planta

En los híbridos se observó diferencias altamente significativas ($p<0.01$) en peso fresco, peso seco, diámetro de tallo, número de elotes por planta, no hubo diferencias significativas en contenido de proteína cruda y peso seco de raíz.

El análisis de varianza en HxS mostró diferencias altamente significativas ($p<0.01$) en peso seco y número de elotes por planta, así como diferencias significativas ($p<0.05$) en diámetro de raíz, área foliar y peso fresco del elote.

En los valores medios (Cuadro 1) obtenidos de las cepas de *Bacillus* en las variables evaluadas, el peso fresco de la planta, la cepa B2S (*Bacillus amyloliquefaciens)* fue la mejor con una media 30.31 t ha^{-1}, y la cepa B1S (*Bacillus subtilis)* con el valor medio más bajo igual a 21.48 t ha^{-1}; el tratamiento químico, con un valor de 22.81 t ha^{-1}. Para el peso seco de la planta, la cepa B2S, presentó el valor medio más alto de 16.17 t ha^{-1} y la cepa B2M (*Bacillus subtilis)* el valor más bajo con 10.27 t ha^{-1}. En el diámetro de tallo la cepa BJ (*Bacillus amyloliquefaciens),* con el valor medio de 2.53 cm; mientras que el tratamiento químico, presentó el valor medio más bajo igual a 2.22 cm. Para el número de elotes por planta, la cepa B2S, con el valor medio más alto igual a 1.39 piezas; B1S y SB, con los más bajos. En el porcentaje de proteína cruda no se encontró diferencia significativa entre las cepas. Respecto al peso seco de raíz, la cepa BJ, con 0.18 kg y tratamiento químico con 0.11 kg.

Cuadro 1. Comparación de los valores medios obtenidos en las variables evaluadas por efecto de las cepas.

Cepas	PF t ha^{-1}	PS t ha^{-1}	DT cm	NEPP	PC %	PSR kg
BJ	25.12bc	14.45ab	2.53a	1.11b	7.8393a	0.18a
B1M	26.93ab	12.17dc	2.40b	1.28a	7.5200a	0.16ab
B2M	23.20dc	10.27d	2.34b	1.11b	7.4408a	0.12b
B1S	21.48d	13.41bc	2.37b	1.06b	7.5173a	0.16ab
B2S	30.31a	16.17a	2.35b	1.39a	7.3587a	0.14ab
SB	22.81dc	12.88bc	2.22c	1.06b	8.0447a	0.11b
DHS	3.5868	2.186	0.1049	0.1533	1.5609	0.0521

Letras diferentes dentro de columnas indican valores estadísticamente diferentes (Tukey, α = 0.05).

Existen investigaciones que prueban que *Bacillus amyloliquefaciens,* produce fitohormonas, fija nitrógeno y solubiliza fosfatos (Zexum *et al*., 2000). Las cepas de *Bacillus amyloliquefaciens,* asociadas a las plantas, tienen la capacidad colonizar la rizosfera promover crecimiento y eliminar fitopatógenos competidores; por lo que se han utilizado como bioplaguicidas y biofertilizantes (Wu *et al*., 2015).

En cuanto a la comparación de medias (Cuadro 2) para los ciclos, se observó que el ciclo primavera-verano, resultó mejor en el peso fresco, peso seco, diámetro de tallo, peso seco de raíz, porciento de proteína cruda. En el número de elotes por planta no se encontró diferencia significativa.

En tanto, en la comparación de los híbridos de maíz (Cuadro 3), se observó que el híbrido Galáctico, resultó ser mejor en peso fresco, peso seco, diámetro de tallo, número de elotes por planta; en peso seco de raíz y proteína cruda no se encontró significancia estadística.

Cuadro 2. Comparación de los valores medios obtenidos en las variables evaluadas por efecto de los ciclos.

Ciclos	PF t ha^{-1}	PS t ha^{-1}	DT cm	NEEP	PC %	PSR kg
P-V	30.09a	15.06a	2.42a	1.17a	8.44a	0.17a
O-I	19.86b	11.40b	2.32b	1.17a	6.80b	0.12b
DHS	2.0708	1.2621	0.0606	0.0885	0.9012	0.0301

Letras diferentes dentro de columnas indican valores estadísticamente diferentes (Tukey, α = 0.05).

Cuadro 3. Comparación de los valores medios obtenidos en las variables evaluadas por efecto de los híbridos.

Híbridos	PF t/ha	PS t/ha	DT cm	NEPP	PC %	PSR kg
Galáctico	27.40a	14.80a	2.44a	1.24a	7.79a	0.16a
AG 614	22.60b	11.70b	2.30b	1.09b	7.45a	0.14a
DHS¶	2.0708	1.2621	0.0606	0.0885	0.9012	0.0301

Letras diferentes dentro de columnas indican valores estadísticamente diferentes (Tukey, α = 0.05).

Un aspecto que se debe de tomar en cuenta en la producción agrícola al hacer uso de rizobacterias, es la utilización de cepas nativas adaptadas a la región para garantizar una alta probabilidad de la interacción cepa-cultivar (Abraham *et al*., 2018).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, las cepas aisladas mostraron capacidad para fijar nitrógeno *in vitro* y estimularon el crecimiento de las plantas en campo de los híbridos de maíz utilizados. Desde un punto de vista sustentable, con los aislados recuperados y reduciendo la dosis de fertilización química a la mitad de la dosis recomendada, se alcanzaron rendimientos similares al tratamiento químico.

REFERENCIAS

Abraham-Juárez, Ma. del Rosario, Espitia-Vázquez, I., Guzmán-Mendoza. R., Olralde-Portugal, V., Ruíz-Aguilar, Gabriela M. de la I., García-Hernández. José L., Herrera-Isidrón, L., and Núñez-Palenius, Héctor G. 2018. Development, yield, and quality of melon fruit (*Cucumismelo* L.) inoculated with Mexican native strains of *Bacillus subtilis*. Agrociencia. 52: 91-102.

Bashan, Y., Ream, Y., Levanony, H., Sade, A. 1989. Nonspecific responses in plant growth, yield, and root colonization of noncereal crop plants to inoculation with *Azospirillum brasilense* Cd. Canadian Journal of Botany. 67(5): 1317-1324.

Lugtenberg B, Kamilova F. 2009. Plant-growth-promoting rhizobacteria. Annu Rev Microbiol 63:541-556.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

Wu, L., Wu, H.-J., Qiao, J., Gao, X., and Borriss, R. 2015. Novel routes for improving biocontrol activity of *Bacillus* based bioinoculants. Front. Microbiol. 6: 1395.

Zexun, L. and Wei, S. 2000. Effect of cultural conditions on IAA biosynthesis by *Klebsiellaoxytoca* SG-11. Chinese J. Appl. Environ. Biol. 6:66-69.

RESISTENCIA AL PULGÓN AMARILLO (*Melanaphis sacchari* (Zehntner)) EN HÍBRIDOS DE SORGO GRANIFERO BAJO INFESTACIÓN NATURAL

RESISTANCE SUGARCANE APHID (*Melanaphis sacchari* (ZEHNTNER)) IN GRAIN SORGHUM HYBRIDS UNDER NATURAL INFESTATION

Cisneros-López Ma. Eugenia*, Aranda- Lara Ulises, Williams-Alanís Héctor y Ortiz-Cháirez Flor Elena

***Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Río Bravo. Carr. Matamoros-Reynosa km 61, Río Bravo, Tam., C.P. 88900, México.**
Tel: (800) 088 2222, IP 83719. *Autor princpal: cisneros.maria@inifap.gob.mx

RESUMEN

En sorgo, *M. sacchari* es la plaga de mayor importancia. La resistencia genética es una estrategia de manejo a mediano y largo plazo para resolver problemas fitosanitarios en el cultivo. Los fenoles son un grupo de compuestos relacionados con la resistencia a diferentes factores bióticos y abióticos. El sorgo sintetiza fenoles desde etapas tempranas del desarrollo, los acumula en hojas y el resto de los órganos de la planta. El objetivo de este experimento fue cuantificar la respuesta de 19 genotipos de sorgo bajo infestación natural de la plaga. La fecha de siembra fue 05 de agosto, ciclo P-V 2019/2019, en el CERIB-INIFAP, bajo un diseño BCA, en parcelas divididas, con tres repeticiones. Se cuantificaron el número de pulgones/hoja/planta, días a antesis y concentración de fenoles en la hoja por espectrometría UV, método Folin-Ciocalteu 1 N. El efecto del insecticida tuvo el mayor peso estadístico (87 %), en la incidencia del pulgón, en segundo lugar, el genotipo (12 %), y con menos del 1 % las interacciones. Hay diferencias entre los genotipos en la acumulación de fenoles. El áfido (200-600 pulgones) en promedio causó una disminución del 32 % en la concentración. La precocidad en floración no estuvo asociada a la incidencia del áfido. Las líneas INA2 e INA12 pueden ser fuente resistencia, probablemente porque presentaron antibiosis y/o antixenosis como mecanismo de resistencia, 50 % menor incidencia del insecto que la media.

ABSTRACT

In sorghum, *M. sacchari* is the most important pest. Genetic resistance is a medium and long-term management strategy to solve phytosanitary problems in this crop. Phenols are a group of compounds, related to resistance to different biotic and abiotic factors. Sorghum

synthesizes phenols from early stages of development, the accumulative in leaves and the rest of the plant organs. The objective of this experiment was to quantify the response of 19 sorghum genotypes under natural infestation of the aphid. The sowing date was August 5, cycle P-V 2019/2019, at CERIB-INIFAP, under a BCA design, in split plots, with three replications. Number of aphids / leaf / plant, days to anthesis and concentration of phenols in the leaf were quantified by spectrometry UV, Folin-Ciocalteu 1 N method. Effect of the insecticide was the highest statistical weight (88 %) in aphid incidence, in second place, was genotype (12 %), with less than 1 % interactions. There are differences between the genotypes in quantity of phenols. Aphid (200-600 aphids) on average, caused a 32 % phenols decrease. The precocity in flowering was not associated with the incidence of aphid. INA2 and INA12 lines can be a source of resistance, probably because they have antibiosis or antixenosis as a resistance mechanism, 50 % less insect of incidence than the average.

INTRODUCCIÓN

Las plantas para protegerse contra agentes bióticos exógenos sintetizan metabolitos secundarios que tienen importantes propiedades fisiológicas y efectos ecológicos, como los fenoles (Abdul *et al*., 2012). El sorgo [*Sorghum bicolor* L. (Moench)] es un cereal que se caracteriza por la síntesis de fenoles en todas sus etapas de desarrollo y los acumula en varios órganos de la planta, como hojas, vainas, glumas y granos (Njongmeta, 2009; Won *et al*., 2013; Alfieri *et al*., 2017). Factores abióticos que causan estrés como la temperatura y los plaguicidas también estimulan la biosíntesis fenólica endógena en las plantas y ayudan a proporcionar resistencia contra los efectos fitotóxicos (Mahdavi *et al*., 2015). El pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari* Zehntner) es la plaga de mayor importancia económica en las regiones productoras de México (Rodríguez del Bosque y Terán, 2018). La estrategia más efectiva para el manejo de plagas y enfermedades en sorgo ha sido el mejoramiento genético (Kofoid y Harvey, 2005) como ocurre en el caso del pulgón verde (*Schizaphis graminum*). Tetreault *et al*., 2019, han reportado que los fenoles derivados de la síntesis del metabolismo de los fenilpropanoides están asociados con la tolerancia al pulgón amarillo en este cultivo. Los objetivos del presente estudio fueron: a) evaluar la síntesis de fenoles totales en germoplasma de sorgo granífero bajo la incidencia natural del áfido para identificar genotipos sobresalientes y b) cuantificar el efecto del tratamiento químico para el control del pulgón amarillo en la síntesis de los fenoles totales. Hipótesis: la incidencia del pulgón amarillo está relacionada positivamente con la acumulación de fenoles totales en las hojas de sorgo como una estrategia de resistencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció durante el ciclo P-V 2019/2019 en la localidad del Campo Experimental Rio Bravo (CERIB, 25˚ 58'24" N, 98˚ 00' 58" O), ubicado en el municipio de Río Bravo, Tamaulipas, con fecha de siembra del 05 de agosto, en condiciones de riego, uno de pre siembra y dos riegos de auxilio. El manejo agronómico fue conforme al paquete recomendado por INIFAP para sorgo (Montes *et al*., 2013). Es un experimento de dos factores. El diseño experimental fue de bloques completos al azar y la distribución de los tratamientos fue en parcelas divididas con tres repeticiones. El tamaño de la parcela fue de 5 x 0.80 m con dos surcos por parcela. La parcela grande fue con el tratamiento químico (T=2) y la parcela chica fueron los genotipos (G=19). El genotipo susceptible fue el híbrido comercial ANZU4300 y el tolerante fue el híbrido Mezquite (Rodríguez del Bosque y Terán, 2018). Se cuantificó el número de días desde la siembra hasta el 50 % de floración o antesis (DA), los datos se presentaron de menor a mayor precocidad. El control químico de la plaga se realizó con la aplicación del insecticida Imidacloprid con la dosis de 105 g de I.A ha^{-1} (Rodríguez del Bosque y Terán, 2018), el testigo absoluto fue sin aplicación. La primera aplicación se hizo el 02 de septiembre y la segunda quince días después. En cinco plantas con competencia completa, el 05 de octubre se evaluó la incidencia natural del pulgón amarillo, los datos se expresaron en número de pulgones adultos/planta/hoja, con base en el protocolo de Rodríguez del Bosque y Terán (2018). Después se procedió a cortar las plantas y retirar todas las hojas. Las cuales se secaron en una estufa a 60 ˚C, por 72 h; ya secas se molieron en un molino para laboratorio de cuchillas rotativas (Wiley® Model 4 Mill) y criba de 1 mm. La determinación de fenoles totales se efectuó utilizando una solución patrón: ácido gálico 0.1 g/L, solución de carbonato de sodio al 20 % (w/v) y reactivo Folin-Ciocalteu 1N. La curva de calibración se realizó a partir de la solución patrón de ácido gálico de 0.1 g/L, se procedió a realizar una serie de diluciones con agua destilada para obtener concentraciones de 1, 1.5, 2, 3 y 4 mg/L. Para ello se colocó en distintos viales protegidos de la luz 20, 30, 40, 60 y 80 µL de la solución patrón antes descrita. A cada vial se le adicionó 250 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu 1 N, se agitó y luego se agregó 0.75 mL de carbonato de sodio al 20 %. El blanco tuvo los mismos componentes excepto el ácido gálico (Cruzado *et al*., 2013). El "blanco" o testigo se usa para ajustar el instrumento y leer transmitancia del 100 % o 0 de absorbancia; no contiene soluto o colorante, es colocado en la celda del espectrofotómetro UV reajustado para leer transmitancia de 100 %. El extracto se preparó con una muestra de 1.0 g de hoja seca, por triplicado, utilizando como solvente el metanol

hasta un volumen final de 5 ml. La lectura se tomó en el espectrofotómetro UV a 750 nm (Alfieri *et al*., 2017) y se calculó la concentración a partir de la ecuación estándar del ácido gálico expresada en mg de ácido gálico/g de muestra (Agbor *et al*., 2014). El análisis de varianza se realizó con PROC GLM, medias con Tukey y correlaciones simples de *Pearson* entre las variables. Paquete estadístico SAS versión 9.3.1 (SAS, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hubo efecto significativo de todas las fuentes de variación en el experimento (Cuadro 1); en la síntesis de fenoles totales, la mayor parte de la varianza estadística fue explicada por el efecto de insecticida (T) y del bloque (B), con el 98 %; por otra parte, el genotipo (G), las interacciones GxB y GxT explicaron menos del 1 %. El efecto del insecticida tuvo el mayor peso estadístico (87 %), en la incidencia del pulgón, en segundo lugar, el genotipo (12 %), con menos del 1 % las interacciones y el bloque. El efecto del bloque en este experimento, puede ser atribuido a la distribución de los insectos en campo. Los áfidos tienen patrones de distribución espacial y temporal según las características alimentarias y la afinidad por el hospedero, por tanto, no es uniforme (Smith y Chuang, 2014).

Cuadro 1. Análisis de la varianza para síntesis de fenoles totales en hojas de sorgo e incidencia del pulgón amarillo.

		FT			PGP		
FV	**gl**	**F-Valor**	**Pr > F**	**PV**	**F-Valor**	**Pr > F**	**PV**
G	18	2.9	<.0001	0.009	7.2	<.0001	0.12
T	1	162.4	<.0001	0.48	3060.1	<.0001	0.87
B	2	166.3	<.0001	0.50	16.0	<.0001	0.005
GxT	18	2.0	0.0027	0.006	2.8	<.0001	0.001
GxB	36	2.0	0.0003	0.006	7.2	<.0001	0.002

FT: concentración de fenoles totales en mg de ácido gálico/gramo de muestra. PGP: número de pulgones/hoja/planta. FV: Fuentes de variación; G: genotipo; T: tratamiento químico; B: bloques; GxT: interacción genotipo por tratamiento; GxB: interacción genotipo por bloque; gl: grados libertad y PV: proporción de la varianza estadística.

En la comparación de medias (Cuadro 2), los datos fueron ordenados de menor a mayor según la incidencia del pulgón amarillo. Se observaron diferencias contrastantes entre los genotipos en el número de pulgones desde 222 a 856 con una media de 555±252. Durante el ciclo primavera-verano en el norte de Tamaulipas, Rodríguez del Bosque y Terán (2018) reportaron valores promedio entre 362 a 989 pulgones/hoja/planta (año 2014) y de 213 a 504 pulgones/hoja/planta (año 2015). En el centro de México durante el ciclo P-V, en híbridos experimentales de sorgo se han registrado, desde 27 a hasta 1500 pulgones/hoja/planta (Aranda *et al*., 2019). Las líneas experimentales de sorgo INA12 e

INA2 tuvieron menos del 60 % de incidencia respecto a la media y a los testigos tolerante y susceptible. En este experimento se usó el híbrido ANZU4300, como susceptible, estadísticamente no tuvo diferencia con el tolerante, respuesta similar reportaron (Armstrong *et al*., 2015) entre genotipos susceptibles y tolerantes. La diferencia entre ambos fue la muerte prematura de las plantas del híbrido ANZU4300. Mientras que los híbridos 83P56 y G-STAR7616 tuvieron entre el 27 y 54 % más incidencia respecto a la media. La cruza o híbrido experimental RB214AxTx430 fue superior al RB-Huasteco y RB-Patrón porque, tuvo menor incidencia de la plaga y similar al híbrido comercial Mezquite. Los híbridos experimentales SB25AxRB128, RB214AxTx437, RB214AxRB128, RB214AxRB256, RB214xRB373 y RB214AxRB135 fueron estadísticamente similares al hibrido Mezquite.

Al igual que el RB-Patrón y RB-Huasteco, híbridos comerciales del INIFAP. La diferencia entre genotipos permite establecer el grado de tolerancia, el cual varía dependiendo del nivel de afectación y por lo general, en sorgo es medido en términos de rendimiento (Armstrong *et al*., 2015). Los datos de floración fueron tomados en las parcelas donde se aplicó el insecticida.

Debido a la presión de selección, la mayoría de los genotipos sin control químico, murieron entre el estado de hoja bandera y embuche; por lo tanto, la panoja no emergió y no llegaron a florecer. Los únicos genotipos que no murieron fueron Mezquite y 83P56, pero la floración fue deficiente, porque la panoja no emergió completamente; en consecuencia, no produjeron grano (Figura 1).

La severidad de la infestación con *M. sacchari* bajo condiciones naturales aumenta en la estación lluviosa, debido a que la estación de crecimiento se prolonga (Sharma *et al*., 2014). En condiciones de invernadero en el Centro de México se ha evaluado la resistencia de híbridos comérciales a esta plaga, bajo una presión de selección de 60 pulgones/hoja/planta (Perales-Rosas, 2019).

En campo se ha observado que los híbridos como el RB-Norteño y ANZU4300 son susceptibles y Mezquite tolerante (Rodríguez del Bosque y Terán, 2018), pero no se ha logrado establecer cuál es el mecanismo de control genético. En este experimento la incidencia del pulgón no estuvo asociada (r=-0.26) con la precocidad del germoplasma. Sin embargo, algunos genotipos muy precoces como 83P56 (DA=58) son vulnerables o los insectos mostraron preferencia, porque la etapa de mayor susceptibilidad se presentó antes que otros más tardíos como el Mezquite (DA=82). A esta respuesta se le denomina escape

o pseudo resistencia (Koch *et al*., 2016). Tampoco, la heterosis *per se* es un mecanismo que favorece la resistencia a la plaga como se observó en el Cuadro 2, como consecuencia del vigor hibrido (Hovny *et al*., 2000), porque hubo híbridos con mayor incidencia al pulgón que líneas endogámicas.

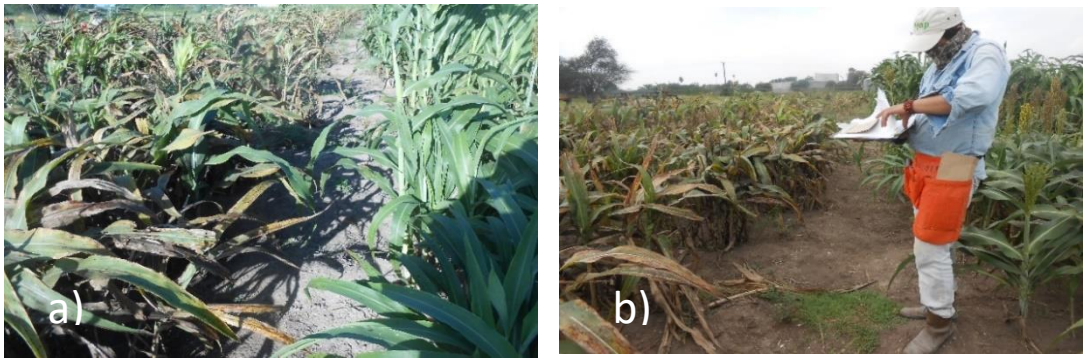


Figura 1. Control químico del pulgón amarillo del sorgo (*M. sacchari*). a) en estado de hoja bandera y b) en floración. Del lado izquierdo de la fotografía los genotipos sin control del lado derecho con control.

Los compuestos fenólicos y sus derivados actúan en los insectos como repelentes (antixenosis) o causan intoxicación por ingesta e inhiben su metabolismo (antibiosis) como lo indican Abdul *et al*. (2012). El Cuadro 2, muestra diferencias significativas entre genotipos en la biosíntesis de fenoles totales bajo incidencia natural en campo de *M. sacchari*. En promedio los genotipos sin la aplicación de insecticida acumularon 3.95 mg de ácido gálico/g por muestra de hoja; cuando la plaga fue controlada con el insecticida, hubo un aumento en la concentración del 47.3 %. Tetreault *et al*. (2019), reportan que la infestación de *M. sacchari* puede inducir un decremento en la síntesis de compuestos como la lignina (derivado de compuestos fenólicos) de la pared celular principal, como barrera física de defensa contra agentes exógenos. El hibrido Mezquite tuvo mayor concentración de fenoles que INA12 e INA, además, mayor cantidad de pulgón amarillo, partiendo de la hipótesis de que la mayor concentración de fenoles le da mayor tolerancia al pulgón. Esta respuesta puede ser atribuida, a que, la concentración de fenoles totales no explica la resistencia en todos los genotipos y no es el único mecanismo que se expresa cuando las plantas son infestadas por el áfido. El sorgo es capaz de sintetizar en las hojas una gran diversidad de compuestos polifenólicos, como ácidos fenólicos y flavonoides (Borokini, 2017); su rol especifico en la resistencia a esta plaga, se desconoce.

Cuadro 2. Comparación de medias. Sorgo granífero. Río Bravo, Tam. P-V 2019/2019.

Genotipo		DA		PGP		FTst		FTct		PV	
INA12	LEXP	85	c	222	e	3.20	bc	4.34	cd	0.26	cd
INA2	LEXP	85	c	270	de	3.53	bc	6.19	b	0.43	b
RB214AxTx430	HEXP	64	a	457	d	2.77	d	6.46	ab	0.57	a
MEZQUITE	HC	82	c	497	cd	4.24	ab	5.74	bc	0.26	cd
ANZU4300	HEXP	72	b	514	cd	2.29	d	6.19	b	0.63	a
RB214AxRB373	HEXP	74	b	541	bc	4.58	ab	7.31	a	0.37	b
RB-Patrón	HINIFAP	76	b	545	bc	4.57	ab	6.04	b	0.24	cd
RB-Huasteco	HINIFAP	80	c	545	bc	4.45	ab	6.37	ab	0.30	b
SB25AxRB128	HEXP	80	c	550	bc	3.97	bc	4.71	cd	0.16	d
RB214AxTx437	HEXP	64	a	554	bc	4.32	ab	6.61	ab	0.35	b
RB214AxRB128	HEXP	66	a	572	bc	4.21	ab	3.75	d	-0.12	f
RB214AxRB256	HEXP	64	a	576	bc	4.30	ab	7.18	ab	0.40	b
RB214AxRB135	HEXP	70	b	585	bc	4.82	a	6.75	ab	0.29	cd
UALF3	LEXP	80	c	599	b	3.88	bc	6.16	b	0.37	b
RB214AxRB221	HEXP	75	b	603	b	4.57	ab	4.96	cd	0.08	e
83P56	HC	58	a	705	ab	3.82	bc	5.95	b	0.36	b
RO180	LEXP	82	c	727	ab	4.10	ab	6.01	b	0.32	b
2783	LEXP	78	b	811	a	4.74	a	5.75	bc	0.18	d
G-STAR 7616	HC	76	b	856	a	4.18	ab	4.36	cd	0.04	e
Media		74		555		3.95		5.82		0.29	
CV		9.3		36.5		27.21		24.70		1.70	

HINIFAP: hibrido comercial del INIFAP; LEXP: Línea experimental de sorgo; HEXP: híbrido experimental de sorgo; HC: híbrido comercial de sorgo; DA: días a antesis; PGP: número de pulgones/hoja/planta; FTst: concentración de fenoles totales en genotipos tratados sin insecticida Imidacloprid datos en mg AG/gr de muestra; FTct: concentración de fenoles totales en genotipos tratados con insecticida Imidacloprid datos en mg AG/gr de muestra; PV: proporción de variación entre FTst y FTct y CV: coeficiente de variación. *Genotipos con la misma letra dentro de cada columna son iguales según Tukey ($p<0.05$).

Se ha reportado gran variación fenotípica en la concentración de fenoles totales en el grano de sorgo (Reedy *et al*., 2019), esta es una de las razones intrínsecas que pueden explicar los coeficientes de variación en este experimento en el contenido de fenoles. En las correlaciones simples de *Pearson* (Cuadro 3) se observó que hubo una asociación significativa (r=0.46) entre FTst *vs.* PGP; es decir, que la concentración de fenoles totales aumentó conforme incrementó el número de pulgones en la hoja; cuando no se aplicó el insecticida, pero sin llegar a los niveles que se sintetizan cuando se aplica el Imidacloprid (Cuadro 2). Es probable que las líneas INA2 e INA12 presentaron antibiosis y/o antixenosis como mecanismo de resistencia, dados los niveles de incidencia del insecto e incluso un genotipo puede presentar varias estrategias de resistencia (Perales-Rosas *et al*., 2019). La correlación entre las variables FTct *vs.* PGP no hubo asociación significativa (r=-0.05). Esta respuesta puede ser atribuida al genotipo, es decir que la capacidad de acumular fenoles en la hoja de sorgo es un carácter genético y no depende del insecticida. Además, este

resultado explicaría, el valor estadístico de la interacción GxT en este experimento. Los resultados sugieren utilizar como estrategia de mejoramiento genético, la resistencia piramidal a *M. sacchari*, porque los genotipos tendrían la posibilidad de acumular mayor número de genes provenientes de varias fuentes o genotipos; debido a que no hay inmunidad a esta plaga entre los sorgos graníferos (Armstrong *et al*., 2015). En futuros experimentos se aumentará el número de líneas, para hacer una caracterización más completa en etapas previas y posteriores al ataque de la plaga.

Cuadro 3. Correlaciones simples de *Pearson* entre las variables.

	PGP	**FTst**	**FTct**	**PV**
DA	-0.27	0.03	-0.24	-0.13
	0.26	*0.90*	*0.32*	*0.59*
PGP		**0.46***	-0.05	-0.35
		0.05	*0.85*	*0.14*
Ftst			0.08	**-0.59****
			0.74	*0.01*
Ftct				**0.74****
				*0.0003**

DA: días a antesis; PGP: número de pulgones/hoja/planta; FTst: concentración de fenoles totales en genotipos tratados sin insecticida Imidacloprid datos en mg AG/gr de muestra; FTct: concentración de fenoles totales en genotipos tratados con insecticida Imidacloprid datos en mg AG/gr de muestra; PV: proporción de variación entre FTst y FTct. Significancia estadística * ≤ 0.05: * ≤0.05.

CONCLUSIONES

En este experimento la concentración de fenoles totales no explicó la resistencia en todos los genotipos. Bajo incidencia natural del pulgón amarillo en campo. La respuesta más contrastante para esta variable se observó en las líneas INA2 (60 %) e INA12 (51 %), porque tuvieron menor incidencia al pulgón, respecto a la media del ensayo. Además, fueron superiores a los testigos, porque, tuvieron dos veces menor incidencia (MEZQUITE y ANZU4300). En la acumulación de fenoles totales, la línea INA-12 (PV=0.26), tuvo una respuesta estadísticamente similar al testigo MEZQUITE. El control químico del pulgón amarillo en promedio, un aumentó 32 % la concentración de los fenoles totales. Es importante considerar que el manejo con insecticida fue la estrategia más viable, debido a que los genotipos mostraron distintos grados de susceptibilidad a la plaga.

REFERENCIAS

Abdul, R. W., Paulraj, M. G., Ahmad, T., Buhroo, A. A., Hussain, B., Ignacimuthu, S. and Sharma, C. H. 2012. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. Plant Signal Behav. 7:10, 1306-1320.

Agbor, G. A., Vinson, J. A. and Donnelly, P. E. 2014. Folin-Ciocalteau Reagent for polyphenolic assay. Inter. J. Food Sci. Nut. Diet. 3(8): 147-156.

Alfieri, M., Balconi C, Cabassi G, Habyarimana and E, Redaelli R. 2017. Antioxidant activity in a set of sorghum landraces and breeding lines. Maydica. 62: 1-7.

Aranda-Lara, U., A. López-Benítez, A. Flores-Naveda, V. M. Zamora-Villa, L. A. Rodríguez-del-Bosque, and W. L. Rooney. 2019. Susceptiblity of Sorghum Hybrids to the Sugarcane Aphid, *Melanaphis sacchari*, in Central Mexico. South. Entomol. 44: 771-774.

Armstrong, J. S., Rooney, W. L., Peterson, G. C., Villenueva, R. T., Brewer, M. J., and Sekula-Ortiz, D. 2015. Sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae): host range and sorghum resistance including cross-resistance from greenbug sources. J. Econ. Entomol. 108(2): 576-582.

Borokini, F.B. 2017. Indentification and quantification of plyphenols in *Sorghum bicolor* (L) Moench leanves extract using reverse-phase HLPC-DAD. Clin. Exp. Pharmacol.7:52. (Suppl).

Cruzado, M., Pastor, A., Castro, N. y Cedrón, J. C. 2013. Determinación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos de alcachofa (*Cynara scolymus* L.). Rev. Soc. Quím. Perú 79(1): 57-63.

Koch, K.G., Chapman, K. L. J., Heng-Moss, T. and Sarath, G. 2016. Plant Tolerance: A Unique Approach to Control Hemipteran Pests. Front. Plant Sci. 7:1363.

Kofoid, K.D. and Harvey, T. L. 2005. Registration of Greenbug Resistant Sorghum Germplasm Lines KS 116 A/B through KS 120 A/B. Crop Sci. 45: 802-803.

Hovny, M. R. A., El-Naggouly,O. O.,and Hassaballa,E.A.2000.Combining ability and heterosis in grain sorghum[*Sorghumbicolor* (L.)Moench]. Assiut. J. Agr.Sci. 31:1–16.

Mahdavi, V., Farimani M. M., Fathi, F. and Ghassempour, A. A. 2015. Targeted metabolomics approach toward understanding metabolic variations in rice under pesticide stress. Anal. Biochem. 478:65–72.

Montes, G. N., E. Vargas V., J. R. Salinas G., M. Espinosa R. y R. Loredo P. 2013. Tecnología de Producción de Sorgo Dulce para la elaboración de Bioetanol en Tamaulipas. INIFAP-CIRNE-CERIB. Folleto Técnico No. 21.26 p.

Njongmeta, N. L. A. 2009. Extractability profiling and antioxidant activity of flavonoids in sorghum grain and non-grain materials. PhD thesis, Texas A&M University.80 p.

Perales-Rosas, D., Hernández-Pérez, R., López-Martínez, V., Andrade-Rodríguez, M., Alia-Tejacal, I., Porfirio Juárez-López, P., Perdomo-Roldán, F. y Guillén-Sánchez, D. 2019. Evaluation of antibiosis, antixenosis, and tolerance of *Melanaphis sacchari*/*sorghi* in sorghum hybrids.. South. Entomol. 44: 763-769.

Reddy, Ch. A. Venkata, R. Ch., Suguna, M., Ranga, B., Praveen, K. P., Annapurna, A., Motiram, B. D. and Vilas A. Toapi. 2019. Genetic variability and GxE interactions for total polyphenol content and antioxidant activity in white and red sorghums (Sorghum bicolor). Plant Breed. 139:119-130.

Rodríguez del Bosque, L.A. y Terán, A.P. 2018. Manejo integrado del pulgón amarillo del sorgo en Tamaulipas. INIFAP-CIRNE-CERIB. Folleto Técnico No. 72. 64 p.

SAS. Statistical analysis system. 2006. SAS User´s Guide; Statistics (Version 9.3.1). SAS Institute Inc. Cary, NC.

Sharma, H. C., Bhagwat V. R., Daware D. G., Pawar D. B., Munghate R. S., Sharma, S. P., Kumar. A. A. Reddy B. V. S. Prabhakar, K. B. and Ambekar S. S. 2014. Identification of sorghum genotypes with resistance to the sugarcane aphid Melanaphis sacchari under natural and artificial infestation. Plant Breed. 133: 33-46.

Smith, C.M. and Chuang, W.P. 2014. Plant resistance to aphid feeding: behavioral, physiological, genetic and molecular cues regulate aphid host selection and feeding. Pest Manag. Sci. 70: 528–540.

Tetreault, HM, Grover S, Scully ED, Gries T, Palmer NA, Sarath G, Louis J and Sattler SE. 2019. Global Responses of Resistant and Susceptible Sorghum (Sorghum bicolor) to Sugarcane Aphid (*Melanaphis sacchari*). Front. Plant Sci. 10:145.

RESPUESTAS DE PORTAINJERTOS DE GUANÁBANA (*Annona muricata* L.) INOCULADOS CON CONSORCIOS DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

RESPONSES OF SOURSOP (*Annona muricata* L.) GRAFT CARRIERS INOCULATED WITH CONSORTIA OF ARBUSCULAR MYCORRHZAL FUNGI

Herrera-Parra E[1], Cristóbal-Alejo J[2], Lima-Burgos A[2.], Pinzón-López L[2.], Tún-Suárez J[2].

[1]INIFAP, CIR-Sureste, C. E. Mocochá, Yucatán.
[2.] Tecnológico Nacional de México, Campus Conkal, Yucatán. Email: jairoca54@hotmail.com

RESUMEN

La guanábana contiene antioxidantes, vitamina C, flavonoides, antocianinas y carotenoide y por estas propiedades nutraceúticas se ha generado interés por ampliar su cultivo. Para mejorar la adaptación y crecimiento en diversas especies frutícolas, los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) han demostrado incrementar la producción de biomasa, acortar el periodo de estancia antes de la injertación y mejorar procesos fisiológicos que mejoran la adaptación y crecimiento en diversas especies frutícolas. Para validar estos supuestos en plantas de guanábana, se establecieron en condiciones protegidas y en un diseño experimental completamente al azar, cinco tratamientos: uno con HMA nativos (T3Nat) y dos con MHA comerciales (T1Riz y T2Bio) y dos testigos; uno con fertilización química (T4Fer) y otro sin la inoculación de HMA ni fertilización química (T5T). En cada tratamiento se incluyeron 40 plantas como repeticiones y como unidad experimental. El tratamiento T3Nat, indujo el mayor crecimiento de las plántulas, las que alcanzaron el diámetro establecido para su injertación de 4-6mm, respecto al resto de los tratamientos. También tuvo los valores más altos de acumulación de fósforo y colonización micorrízica total, superiores a los tratamientos T1Riz y T2Bio, lo que demostró su funcionalidad simbiótica.

ABSTRACT

Soursop contains antioxidants, vitamin C, flavonoids, anthocyanins, and carotenoids, and due to these nutraceutical properties, interest has been generated in expanding its cultivation. To improve adaptation and growth in various fruit species, arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) have been shown to increase biomass production, shorten the period of stay before grafting, and improve physiological processes that improve adaptation and growth in various fruit species. o validate these assumptions in soursop plants, five

treatments were established under protected conditions and in a completely randomized experimental design: one with native AMF (T3Nat) and two with commercial MHA (T1Riz and T2Bio) and two controls; one with chemical fertilization (T4Fer) and the other without AMF inoculation or chemical fertilization (T5T), 40 plants were included in each treatment as repetitions and as an experimental unit. The T3Nat treatment induced the greatest growth of the seedlings, which reached the diameter established for their grafting of 4-6mm, with respect to the rest of the treatments. It also had the highest values of phosphorus accumulation and total mycorrhizal colonization superior to the T1Riz and T2Bio treatments, which demonstrated its symbiotic functionality.

INTRODUCCIÓN

En México existen 60 especies de anonáceas, entre la más representativas se encuentra la *Annona muricata* L., conocida comúnmente como guanábana, nativa del país y cultivada en Chiapas, Colima, Campeche, Guerrero, Michoacán, Tabasco, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán (De la Cruz-Chacón *et al*., 2016; Hernández-Fuentes *et al*., 2016). En estos sitios, la mayoría de los huertos son de baja productividad debido a su propagación por semillas, uso de varetas de cultivares criollos (Puc-Flores *et al*., 2018) y poca información sobre el manejo de las plantaciones (Reyes-Moreno *et al*., 2018). Esto ocasiona una producción discontinua, heterogénea y desabasto de frutos, los cuales son preciados y demandados por su sabor, fragancia y contenido de antioxidantes, vitamina C, flavonoides, antocianinas y carotenoides (Zorofchian *et al*., 2015). Existen clones que se han introducido e injertado sobre materiales criollos (Reyes-Moreno *et al*., 2018), sin embargo, los porta injertos son de crecimiento lento lo cual retarda el tiempo de injertación y obtención de plantas con características deseables para su trasplante en los sitios definitivos para su cultivo.

Una alternativa viable en la producción de plántulas de guanábana, son el uso de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), los cuales establecen asociaciones mutualistas con diversas especies de plantas (Camargo *et al*., 2012; Balestrin y Bonfante, 2014) y favorecen su crecimiento, nutrición, establecimiento y producción (Pozo *et al*., 2013; Nouri *et al*., 2014).

En plántulas de guanábana se tiene reportes del efecto positivo de los HMA; *Glomus clarum*, *G. macrocarpum*, *G. etunicatum*, *Gigaspora margarita* y *Entrosphopora colombiana*, incrementaron el contenido de P en brotes y raíces a los 90 días posteriores a la inoculación

(Samarão *et al*., 2011). Con *Acaulospora scrobiculata*, *A. colombiana*, en combinación con la incorporación de composta a base de cascara de cacao, después de 120 días después de la inoculación se incrementó la altura, el diámetro del tallo, el brote, la raíz, la biomasa seca total y promovió aumento de contenido de P en hojas (Gomes-Junior *et al*., 2018). También el incremento en el contenido de P y materia seca por efecto de HMA se reportó en plántulas de *A. cherimola* (Viera *et al*., 2017). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio consistió en evaluar en condiciones protegidas el efecto de tres consocios de HMA con el propósito de estimar la repuesta en el crecimiento y obtener porta injertos de guanábana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal. Se colectaron semillas de guanábana de huertas ubicadas en Oxkutzcab, Yucatán. Éstas se desinfestaron con hipoclorito de sodio al 2% durante 5 minutos. Posteriormente se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades con sustrato estéril Cosmopeat® hasta la germinación.

Consorcios de HMA evaluados. Se evaluaron cinco tratamientos conformados por tres consorcios de HMA; dos comerciales T1Riz (Rizofermic®), T2Bio (Biofert®) y uno de cepas nativas T3Nat (Nativo, aislados de selva baja caducifolia del estado de Yucatán), además se incluyeron dos tratamientos testigos; T4Fer (Fertilización Química) Poly feed® en dosis de 2 g L^{-1} de agua y T5T (sin Fertilización Química y sin consorcios de HMA).

Establecimiento del experimento. Se desinfestó suelo mediante arrastre de vapor durante tres días por 1 hora a 100 °C (Azcón y Barea, 1997). Posteriormente, en bolsas para vivero con capacidad de 2 kg, se depositaron 500 g de suelo estéril y enseguida se inocularon 3 g de inoculo que contenían 65 esporas y fragmentos de raíces colonizadas por los HMA. La inoculación se repitió dos veces por cada 500 g de suelo que se depositaron en las bolsas. Enseguida se trasplantó una plántula de guanábana de 45 días después de la germinación.

Variables estimadas. A los 210 días posteriores a la inoculación (dpi) de los HMA se estimaron las variables asociadas al crecimiento: altura de plántulas, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar. Se realizó un muestreo destructivo, dos plantas por tratamiento, para estimar la acumulación de fósforo en el follaje, éste se cuantificó por espectrometría de luz UV-visible GBC. También se estimó el porcentaje de colonización total micorrízica en cuatro plantas por tratamiento. Para esto se lavaron las raíces con agua

corriente y se tiñeron de acuerdo con la técnica de Phillips y Hayman (1970). Con las raíces teñidas se realizaron preparaciones permanentes para observar estructuras en el microscopio de los HMA (micelio, esporas, vesículas y enrollamientos) y cuantificarlas (McGonigle *et al*., 1990).

Diseño experimental y análisis estadístico. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental completamente al azar, cada tratamiento constó de 40 plantas como unidad experimental, mismas que constituyeron las repeticiones. Con la información que se generó se realizaron análisis de varianza, para los datos que no cumplieron los supuestos de normalidad, se hicieron transformaciones mediante raíz cuadrada de arcoseno (y=arsin(sqrty/100)). Cuando se estimaron diferencias estadísticas, se realizaron comparaciones de medias mediante el método de Tukey (P≤0.05). Los análisis se realizaron con la ayudad de los programas Info Stat y SigmaPlot 11.00 versión libre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza para las variables de crecimiento estimadas a los 210 dpi mostraron diferencias significativas (P≤0.01) entre tratamientos. La comparación múltiple de medias (Tukey P≤0.05) indicó que el tratamiento T3Nat, consorcio de HMA nativo, promovió el mayor crecimiento de plántulas con relación a los demás tratamientos que incluyeron los consorcios de HMA y los testigos. Con el tratamiento T3Nat se obtuvieron plántulas con mayor altura (54.7±3.58 cm), y su efecto superó a los tratamientos T1Riz y T2Bio, en 51.91 y 30.34 %, y a los T4Fer y T5T en 56.30 y 61.42 %, en su orden (Cuadro 1). El efecto de consorcios nativos también se reportó en portainjertos de aguacate, con la cepa nativa *Glomus hoi* – like, la cual mejoró la altura de planta en al menos un 13 % en relación con el resto de los tratamientos (Rivera-Espinosa *et al*., 2011). En especies de frutales como papaya se reportaron plántulas con mayor altura en al menos un 37 % en relación con el control sin HMA (Quiñones-Aguilar *et al.*, 2019).

Las plántulas con el mayor diámetro de tallo (6.75±0.37 cm) se obtuvo con el tratamiento T3Nat, el que registró un incremento que osciló de 25.33 a 50.37 % con relación al resto de los tratamientos (Cuadro 1). Esta respuesta se asoció al efecto mutualista que resulta de la colonización de las raíces de las plántulas con HMA nativos, que permitieron mejor transporte de agua y nutrimentos, lo que mejoró el metabolismo y con ello un aumento de diámetro de tallos (Samarão, 2011; Gomes-Junior *et al*., 2018). En cultivos como papaya,

el efecto positivo sobre el incrementó del diámetro de tallo se asoció a la inoculación de HMA nativos aislados de la rizosfera proveniente de agave (Quiñones-Aguilar *et al*., 2019). Con el tratamiento T3Nat, también se mejoraron los promedios en el número de hojas (31.6±1.09) y área foliar (425.11±47.31 cm^2) y superó al resto de los tratamientos que incluyeron a los HMA comerciales y a los T4Fer y T5T, éste último presentó 3.7±0.82 hojas en promedio y área foliar de 30.52±6.78 cm^2 (Cuadro 1). Resultados similares fueron encontrados en portainjertos de aguacate inoculados con el HMA nativo *Glomus hoi-like* que indujo incrementos significativos en el largo y el ancho de hojas, así como en el área foliar (Rivera-Espinosa *et al*., 2011). En plántulas de chile guayaba con HMA, se reportaron incrementos del número de hojas (Alonso-Contreras *et al*., 2014; Quiñones-Aguilar *et al*., 2017). Lo que sugiere que el incremento en número de hojas y área foliar de las plántulas de guanábana parece estar asociado a la mejora del funcionamiento fisiológico, que permitió mayor traslocación de nutrimentos, agua, y a la eficiencia de traslocación de P por las cepas nativas ya que en las plántulas inoculadas con estos se obtuvo la mayor cantidad de P (1204.53±4.87 mg kg^{-1}) (Cuadro 2).

Cuadro 1. Efecto en el crecimiento de plántulas de guanábana a los 210 días posteriores a la inoculación de los consorcios de HMA.

Tratamientos	Altura (cm)		Diámetro (mm)		No. de hojas		Área foliar (cm^2)	
T1Riz	26.3±7.74	c	3.89±0.73	c	5.5±0.84	c	79.76±56.84	c
T2Bio	38.1±3.84	b	5.04±0.52	b	23.2±1.54	b	80.32±35.87	b
T3Nat	54.7±3.58	a	6.75±0.37	a	31.6±1.09	a	425.11±47.31	a
T4Fer	21.1±2.37	c	3.5±0.37	c	3.7±0.82	d	37.48±9.57	d
T5T	23.9±2.42	c	3.35±0.48	c	3.7±0.82	d	30.52±6.78	d
DMS	1.65		0.24		1.02		12.81	

DMS: diferencia mínima significativa. Nota: Medias con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, P≤0.05).

El análisis de varianza para estimar la acumulación de P en plántulas inoculadas con HMA, nativas y comerciales, mostraron diferencias significativas (P≤0.01). El T4Fer, constituido por la fertilización química, acumuló mayor concentración de Py fue estadísticamente igual al tratamiento T3Nat (Tukey P≤0.05). Las plantas que incluyeron los tratamientos de HMA comerciales y el tratamiento T5T, mostraron las menores acumulaciones de P (Cuadro 2). Estos resultados sugieren que los HMA nativos presentan mayor capacidad para translocar P; efecto que se asoció con el origen de las cepas de HMA, ya que al ser nativos,

presentaron mayor compatibilidad con especies vegetales locales, además de tolerar cambios constantes de humedad, temperatura, pH y contenido de nutrientes del suelo; factores que favorecen el establecimiento durante la interacción (Pereira *et al*., 2016).

El análisis de varianza para estimar la colonización micorrízica total (%), indicó diferencias significativas (P≤0.01) entre tratamientos, el mayor porcentaje se presentó en plantas inoculada con el tratamiento T3Nat, lo que confirmó la funcionalidad e interacción compatible de consorcios nativos que con consorcios comerciales (Cuadro 2). En las plantas donde no se incluyeron los consorcios micorrízicos, hubo una colonización del 2.75 % para el tratamiento T4Fer y del 4.5 % para el tratamiento T5T; porcentajes en los que la colonización micorrízica no afecta significativamente una interacción micorriza-planta (Montañez-Orozco, 2010). En otras especies de anonas como *A. cherimola* se reportó bajos porcentajes de colonización de consorcios HMA nativos de 2.72 a 6.04 %, sin embargo, solo dos consorcios fueron capaces de translocar la mayor cantidad de P y promover el crecimiento de las plántulas (Viera *et al*., 2017). Los resultados mostrados demuestran la importancia de evaluar cepas de HMA nativas, como un recurso microbiano que puede incorporarse a sistemas de producción agrícola de anonáceas y mejorar el crecimiento de éstas.

Cuadro 2. **Acumulación de fósforo (P) y colonización total (%) de consorcios de HMA en plántulas de guanábana a los 210 días posteriores a la inoclucación.**

.

Tratamientos	P (mg kg^{-1})	Colonización micorrízica total (%)
T1Riz	872.27±5.23 b	32.000±2.58 b
T2Bio	894.73±5.92 b	36.750±4.19 b
T3Nat	1204.53±4.87 a	48.500±4.20 a
T4Fer	1346.71±140.87 a	2.750±1.70 c
T5T	279.99±11.42 c	4.500±1.29 c
DMS	138.31	6.65

DMS: diferencia mínima significativa. Nota: Medias con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, P≤0.05).

CONCLUSIONES

El mayor crecimiento de plántulas de guanábana se obtuvo con la inoculación de consorcios HMA nativos. Con los que se logró obtener mayor diámetro de tallo recomendado para su injertación y mayor cantidad de P (1346 mg kg^{1}) que las plantas del tratamiento de fertilización química y las plantas testigo, sin HMA y sin fertilización química.

REFERENCIAS

Azcón, C., y Barea, J. M. 1997. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil borne plant pathogens- an overview of the mechanism involved. Mycorrhiza. 6(6): 457-464.

Ballestrini, R. y Bonfante, P. 2014. Cell wall remodeling in micorrhizal symbiosis: a way towards biotrophism. Frontiers in Planta Science. 5: 1-10.

Camargo, R. S. L., Montaño, M. N., De la Rosa, M. C. J., Montaños, A. S. A. 2012. Micorrizas: una unión debajo del suelo. Revista Digital Universitaria. 13 (7): 1-19.

De la Cruz-Chacón, I., Castro-Moreno, M., Luna-Caceres, L., González-Esquinca A. R. 2016. La familia Annonaceae Juss, en México. Lacandonia. 10(2): 71-82.

Gomes-Júnior, G. A., Alves-Pereira, R., Andrade-Sodré C., do Sacramento C. K, Gross, E. 2018. Iniculation with micorrhizhal fungi and organic compost from cocoa Shell positively influence the growth and mineral nutrition of soursop plants (*Annona muricata* L.). Revista Brasileira de Fruticultura. 4(5): 1-11.

Hernández-Fuentes, L. M., Andrés-Agustín, J., Espíndola-Barquera, M. D. C., Castañeda-Vildózola, A., Ballesteros-Patrón, G., Vera-Sánchez, K. S. 2016.recursos genéticos de anonáceas (Amnnonaceae) en México: situación actual y perspectivas. Agroproductividad. 9(4): 3-8.

Montañez-Orozco, 2010. Colonización micorrízica en plantas de aguacate (*Persea americana* L.) Rev. U.D.CA Act. y Div. Cient. 13: 51-60

McGonigle, T. P., Miller, M. H., Evans, D. G., Fairchild, G. L., Swan, J. A. 1990. A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular arbuscular mycorrhizal. New Phytol. 115:495-501.

Nouri, E., Breuillin, S. F., Feller, U., Reinhardt, D. 2014. Phosphorus and nitrogen regulate arbuscular mycorrhizal symbiosis in *Petunia hybrida*. Plos One. 10 (4): e0127472.

Pereira, J. A. P., Vieira, I. J. C., Freitas, M. S. M., Prins, C. L., Martins, M. A. and Rodríguez, R. 2016. Effect of arbuscular fungi on *Capsicum* spp. 2016. Journal of Agricultural Science. 154:828-849.

Pozo, M. J., Jung, S. C., Martínez, M. A., López, R. J. A., Azcón, A. C. Y Barea, J. M. 2013. Roor Allies: Arbuscular mycorrhizal fungi help plants to cope with biotic stresses. In: Symbiotic endophytes, Soil Biology. R. Aroca (Ed.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. Pp. 289-307.

Puc-Flores, C. G., Cituk-Chan., Villanueva-Couoh, E., Pinzón-López, L. L. Compatibilidad de injertación en tres clones de guanábana (*Annona muricata* L.). Agroproductividad. 11(10): 71-74.

Phillips, G. M., and Hayman, D. S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions British Mycological Society. 55:158-161.

Quiñones-Aguilar, E. E., Rincón-Enríquez, G., Fernández-Pérez, A., y López-Pérez, L. 2017. Influencia de hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento de plántulas de guayaba (*Psidium guajava* L.) en invernadero. Biotecnología y Sustentabilidad. 2: 65-71.

Quiñones-Aguilar, E. E., Cuevas, V. H, Pérez y G. Enríquez. R. 2019. Efectividad de hongos micorrízicos arbusculares nativos de rizosfera de agave como promotores de crecimiento de papaya. Terra Latinoamericana. 37:163-174.

Reyes-Moreno, J. A., Aceves-Navarro, E., Caamal-Velázquez, J. H., Alamilla-Magaña, J. C. 2018. Producción de guanábana (*Annona muricata* L.) en alta densidad de plantación, como alternativa para productores con superficies reducidas. Agroproductividad. 11(9): 37-42.

Samarão, S. S.; Rodrigues, L. A.; Martins, M. A. Manhães, T. N.; Da Mota Alvim, L. A. 2011. Desempenho de mudas de gravioleira inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em solo não-esterilizado, com diferentes doses de fósforo. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá. 33(1):81-88.

Viera, W., Campaña, D., Castro, S., Viteri, P., Zambrano, J. 2017. Effectiveness of the arbuscular mycorrhizal fungi use in the cherimoya (Annona cherimola Mill.) seedling growth. Acta Agronomica. 66(2): 207-213.

Zorofchian, M. S., fadaeinasab, M., Nikzad, S., Moha, G., Mohd, A. H., Abdul, K. H. Annona muricata (Annonaceae): A review of its traditional uses, isolated acetogenins and biological activities. International Journal of Molecular Sciences. 16: 15625-15658.

RESPUESTAS EN MAÍZ CÓNICO ANTE LA INTERACCIÓN CON HONGOS RIZOSFERICOS ASOCIADOS A RAZAS MEXICANAS DE MAÍZ

CONICAL COBS MAIZE RESPONSES TO INTERACTION WITH RHIZOSPHERIC FUNGI ASSOCIATED TO MEXICAN MAIZE LANDRACES

Chávez-Díaz, Ismael Fernando[a]*; Zelaya-Molina, Lily Xochilt[a]; Arteaga-Garibay, Ramón Ignacio; Sandoval-Cancino, Gabriela[b]

[a] Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos; [b] Laboratorio Agrícola Forestal; Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP. Boulevard de la Biodiversidad #400, Rancho las Cruces. C.P. 47600. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. *Autor por correspondencia: chavez.fernando@inifap.gob.mx

RESUMEN

Previa a la utilización de microorganismos como agentes de control biológico o promotores de crecimiento vegetal es necesario valorar su efecto sobre el cultivo en el que se pretenden inocular. En el presente estudio se evaluó la respuesta de maíz cónico hacia la inoculación con hongos rizosféricos asociados a cuatro razas mexicanas de maíz. Como respuestas ante la interacción se evaluaron la germinación en las semillas, el estado sanitario de las plántulas y la capacidad de colonización de los hongos en los diferentes tejidos de la planta. Las semillas de maíz cónico mostraron un porcentaje de germinación similar al control ante la interacción con *Me*CM611 y *Tr*CM444 ($P \leq 0.05$), así mismo, las plántulas tuvieron altos porcentajes de colonización por parte de *Tr*CM444 y *As*CM452 ($P \leq 0.05$). Ninguna de las plántulas mostró síntomas de enfermedad ante la interacción con estas cepas.

ABSTRACT

Prior to using microorganisms as biocontrol agents or plant growth promoters is necessary to assess their effect on crops they are intended to be inoculated. The present research evaluated the response of conical cobs maize to inoculation with rhizospheric fungi associated to four maize Mexican landraces. Seeds germination, health state of seedlings and fungal colonization capacity on different seedlings tissues were evaluated as responses to interaction. Conical cobs maize seeds showed a percentage similar to control when interacting with *Me*CM611 and *Tr*CM444 ($P \leq 0.05$), likewise, the seedlings had high percentages of colonization by *Tr*CM444 and *As*CM452 ($P \leq 0.05$). None of the seedlings showed disease symptoms when interacting with these strains.

INTRODUCCIÓN

La preservación y uso de microorganismos como bioinoculantes con capacidad de promover el crecimiento vegetal y que coadyuven a mantener la sanidad vegetal es una de las principales estrategias para la adaptación y mitigación del cambio climático que el gobierno mexicano presentó ante la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL-ONU) (Sánchez y Reyes, 2015). Ante estas necesidades, el CNRG-INIFAP a través del Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos tiene la misión de colectar, preservar y aplicar biotecnológicamente los microorganismos asociados al sector agroalimentario del país. Una vez obtenidos los agentes microbianos con potencial de aplicación agro-biotecnológica, es de suma importancia evaluar la respuesta del cultivo al que se pretenden aplicar con la finalidad de descartar posibles efectos adversos sobre la germinación, crecimiento y sanidad del cultivo (De Silva *et al.,* 2019). El presente estudio muestra la respuesta de maíz "cónico" ante la inoculación con diferentes cepas obtenidas de cuatro razas mexicanas de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico. En el presente estudio se utilizaron hongos de la Colección de Microorganismos del CNRG aislados de las razas mexicanas de maíz: Amarillo Zamorano de Tepatitlán, Jalisco, Jala de Jala, Nayarit, Cacahoatán y Tuxtla Chico de las localidades con los mismos nombres en Chiapas. Posterior a su reactivación fueron mantenidos en PDA. Para las pruebas se utilizaron semillas de maíz cónico de grano morado las cuales se desinfestaron con gas cloro por 6 h previas a su utilización (Paz *et al.*, 2004).

Establecimiento del ensayo de interacción. Se sembraron discos de 5 mm de diámetro de micelio de cada hongo sobre medio agar-agua y se incubaron a 28±2°C por 3 días. Como control negativo, se colocó un disco de PDA en agar-agua el cual fue sometido a las mismas condiciones, como control positivo se incluyó una cepa altamente fitopatógena del complejo de especies de *Fusarium sambucinum* (FSSC). Trascurrido el tiempo, se colocaron 4 semillas sobre el medio en los bordes de cada caja y se incubaron a 28±2°C hasta germinar (Broders *et al.*, 2007). Después de 2 semanas se evaluaron las variables respuesta a la interacción.

Porcentaje de germinación. Sólo se tomaron en cuenta como semillas germinadas aquellas que mostraron ≥2 cm de radícula emergida, con base en este dato y en el total de semillas establecidas por experimento se calculó el porcentaje de germinación.

Evaluación del estado de salud de las plántulas. El estado de salud de la planta resultante de la interacción con los hongos fue valorado a través de la siguiente escala de severdidad: 0= sin daños aparentes; 1= ≤3% de tejido radical cubierto con puntos necróticos; 2= 4%-10% de tejido radical cubierto con lesiones necroticas de color tenue; 3= 11%-15% de tejido radical cubierto con lesiones necroticas; 4= 16%-20% del tejido de la plántula con lesiones necroticas en forma de franjas finas; 5= 21%-30% del tejido de la plántula cuvierto con lesiones necroticas en forma de línea; 6= ≥30% de tejido de la plántula cubierto con lesiones necroticas lineales cohalecentes. Las cepas con puntaje mayor a 3 fueron consideradas como fitopatogénicas.

Colonización de los tejidos de las plántulas. Las plantulas se desinfestaron por inmersiones en solución de NaCl al 3% (10 min, tallando la superficie para retirar el micelio) y solución de etanol 70% (3 min); raíces, reminicente de semilla y corona de la plántula fueron separados, se obtuvo el tejido interno de cada parte y se sembró en medio PDA. Las cajas Petri resultantes se incubaron por 7 días a $28\pm2°C$. El porcentaje de colonización se calculó considerando el número de eventos en los que se recuperó cada cepa por tejido y el número de porciones de tejido sembradas.

Procesamiento de datos y análisis estadístico. El expreimento constó de un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres replicas por tratamiento; el experimento se repitio dos veces y los datos fueron procesados y analizados en conjunto. Se calculó la Respuesta en la Germinación a la Interacción con Hongos (Raya-Hernández *et al.*, 2019): $RGIH= \log_e (SG/NS)$ en donde SG representa porcentaje de semillas inoculadas germinadas y NS es el porcentaje medio de germinación de la semilla. Los datos restantes fueron analizados de forma directa. Después de corresponder a los criterios de homogenicidad y normalidad, los danos fueron sometidos a un analisis de varianza (ANOVA), *post hoc* se aplicó una comparación de medias de Tukey ($P\leq0.05$). Los análisis fueron realizados en SAS 9.3 para Windows y las graficas construidas en Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respuesta en la germinación. El porcentaje inicial de las semillas fue de 83%. Las semillas mostraron un incremento de 7.2% en germinación en la interacción con *Me*CM611 (*P*≤0.05). Las semillas inoculadas con *Me*CM611, *Pe*MC461, *Pe*MC456 y *Tr*MC444 se comportaron de forma similar al testigo (*P*≤0.05). Las semillas inoculadas con los demás hongos de los géneros *Aspergillus, Talaromyces* y *Penicillium,* incluyendo al fitopatógeno FSSC mostraron un decremento de hasta un 42% (*Pe*CM451) (*P*≤0.05) (Figura 1). A diferencia de las bacterias, son pocas las especies de hongos con capacidad de estimular la germinación en las semillas, ya que estas los reconocen como una potencial amenaza (Rodríguez *et al.*, 2019). Las pruebas de germinación permiten visualizar si es óptimo o no incluir a los hongos rizosféricos como promotores de crecimiento o agentes de control biológico en la etapa anterior a la germinación.

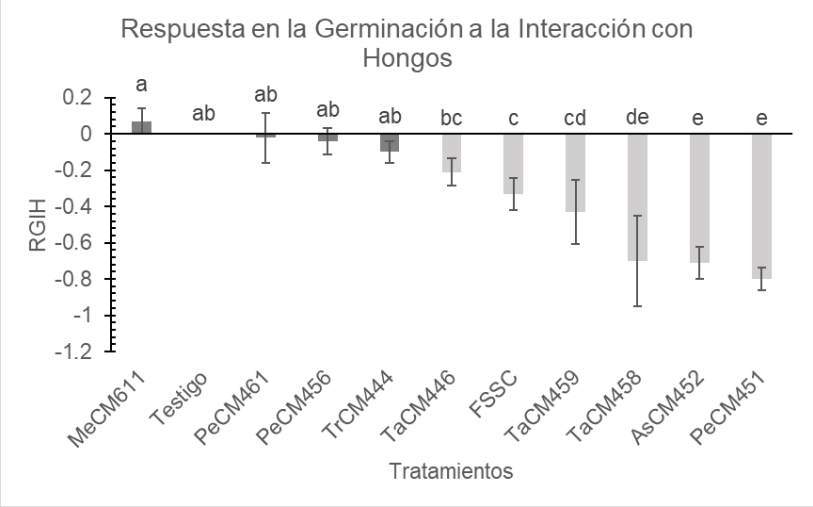


Figura 1. Respuesta en la germinación de semillas de maíz cónico ante la interacción con hongos rizosféricos asociados a cuatro razas mexicanas de maíz. Las barras representan la media del grado de respuesta de las semillas en la interacción con el hongo respecto al porcentaje de germinación del testigo (efecto positivo sobre el eje x y negativo por debajo de este); las líneas sobre cada barra representan la desviación standard. Las barras seguidas por las mismas letras no son significativamente diferentes (Tukey *P*≤0.05*).*

Sanidad de las plántulas en respuesta a la interacción. Solo la cepa de *Fusarium* (FSSC) fue capaz de causar enfermedad en las plántulas (*P*≤0.05). A pesar de que las

plántulas mostraron puntos necróticos en las raíces, ninguna mostró signos de enfermedad ante la interacción con los hongos rizosféricos (Figura 2). El hecho de que las plántulas muestren estas lesiones es normal, dado que los mecanismos de entrada a las planta usados por los fitopatógenos y los microorganismos benéficos son similares desencadenando respuestas de defensas como la muerte celular programada (Rodríguez *et al.*, 2019).

Colonización de tejidos de plántulas en interacción con hongos rizosféricos. *Tr*CM4444, *As*CM452 y FSSC tuvieron una mayor capacidad de colonización de la planta completa , los tres hongos mostraron una mayor afinidad por colonizar la corona ($P \leq 0.05$) (Figura 3). El tejido de la corona es un punto de intercambio de nutrientes, por lo que las especies de *Fusarium* se dirigen a este para alimentarse (Singleton, 2002). Es deseable que los agentes de control biológico sean capaces de alcanzar los tejidos a los que se dirigen los fitopatogenos con la finalidad de que se encuentren en el sitio exacto para ejercer control sobre este (de Weert y Bloemberg, 2007).

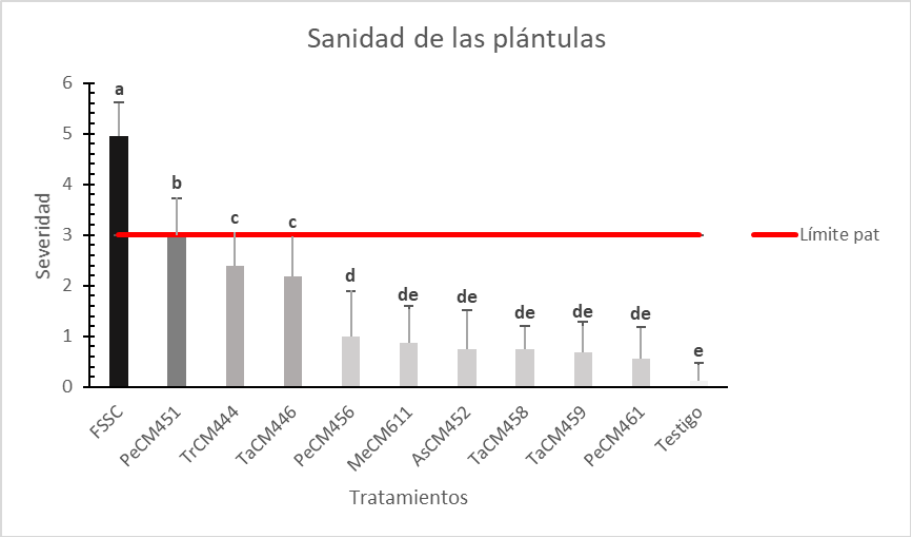


Figura 2. Sanidad de plántulas de maíz cónico en interacción con hongos rizosféricos asociados a razas de maíz mexicano. Cada barra representa la media del puntaje asignado a cada caso con base a la escala de severidad; las líneas sobre cada barra representan la desviación estándar. Las barras seguidas por las mismas letras no son significativamente diferentes (Tukey $P \leq 0.05$). La línea transversal representa el límite a partir del cual las cepas fueron consideradas como fitopatógenas (Límite pat=Límite de patogenicidad).

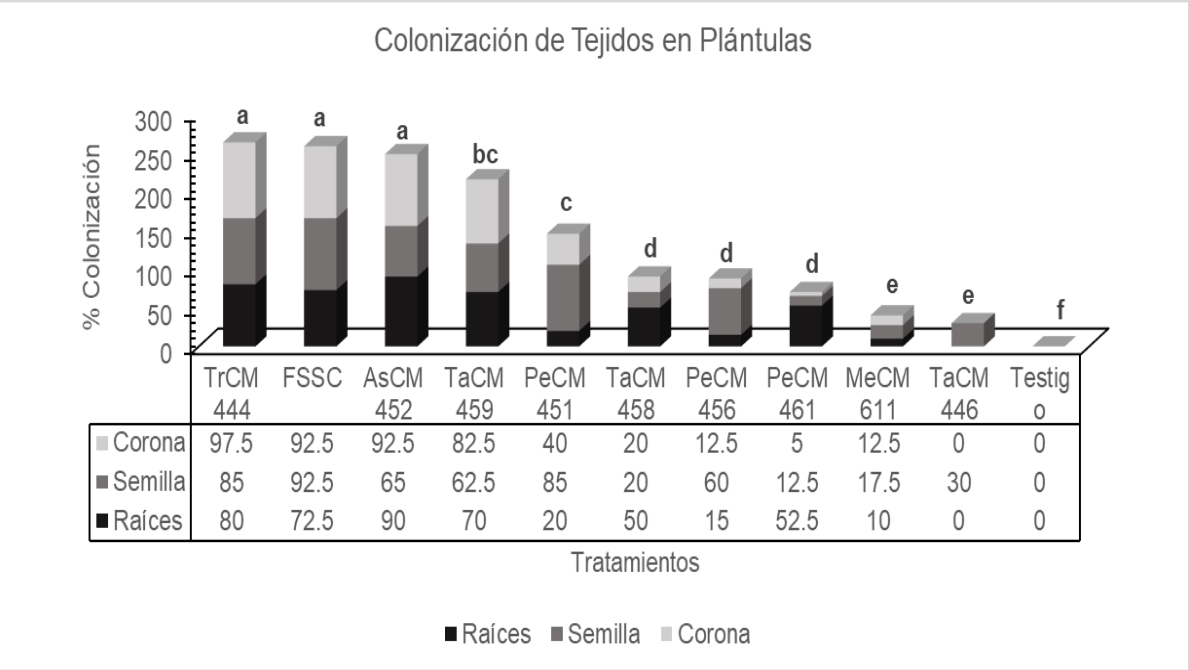


Figura 3. Colonización de diferentes tejidos de plántulas de maíz cónico en interacción con hongos rizosféricos asociados a cuatro razas mexicanas de maíz. Cada barra representa la sumatoria de las medias del porcentaje de colonización por cada tejido. Las barras seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

La germinación de semillas de maíz cónico se vio favorecida ante la interacción con *Me*CM611 ($P \leq 0.05$). Las plántulas fueron mayormente colonizadas por *Tr*CM4444 y *As*CM452 , colonizando en mayor medida la corona (tejido diana para *Fusarium*) ($P \leq 0.05$). Ninguna plántula mostró sintomas de enfermedad ante la interacción con las diferentes cepas de hongos rizosféricos asociados a razas mecianas de maíz ($P \leq 0.05$).

REFERENCIAS

Broders, K., Lipps, P., PaulPA, & Dorrance, A. (2007). Evaluation of Fusarium graminearum associated with corn and soybean seed and seedling disease in Ohio. *Plant Disease, 91*, 1155-1160. doi:https://doi.org/10.1094/PDIS-91-9-1155

De Silva, N., Brooks, S., Lumyonf, S., & Hyde, K. (2019). Use of endophytes as biocontrol agents. *Fungal Biol. Rev., 33*(2), 133-148. doi:https://doi.org/10.1016/j.fbr.2018.10.001

de Weert, S., & Bloemberg, G. (2007). Rhizosphere competence and the role of root colonization in biocontrol. En Gnanamanickam (Ed.), *Plant-associated bacteria.* Dordrecth: Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4538-7_9

Paz, M., Shou, H., Guo, Z., Zhang, Z., Banerjee, A., & Wang, K. (2004). Assessment conditions affecting Agrobacterium-mediated soybean transformation using the cotyledonary node explant. *Euphytica*, 167-179. doi:https://doi.org/10.1023/B:EUPH.0000030669.75809.dc

Raya-Hernández, A., Jaramillo-López, P., López-Carmona, D., Díaz, T., Carrera-Valtierra, J., & Larsen, J. (2019). Field evidence for maíze-mycorrhiza interaction in agroecosystems with low and high P soils under mineral and organic fertilization. *App. Soil Ecol., 149*(103511), 1-8. doi:https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103511

Rodríguez, P., Rothballer, M., Chowdhury, S., Nussbaumer, T., Gutjahr, C., & Flater-Braun, P. (2019). Systems biology of plant-microbe interactions. *Mol. Plant, 12*(6), 804-821. doi:doi:https://doi.org/10.1016/j.molp.2019.05.006

Sánchez, L., & Reyes, O. (2015). *Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe.* Naciones Unidas: Union Europea. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39781/S1501265_es.pdf

Singleton, L. (2002). Diseases of roots and crowns. En B. Curtis, S. Rajaram, & M. Gómez (Edits.), *Bread wheat, Improvement and Production.* Roma, Italia: FAO. Obtenido de http://www.fao.org/3/y4011e0m.htm

SELECCIÓN DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL EN DIFERENTES VARIEDADES DE AJO

STUDY OF THE CULTURABLE MICROBIAL COMMUNITY ASSOCIATED TO BULBS OF GARLIC VARIETIES

Zelaya-Molina Lily X.[1], Sandoval-Cancino Gabriela[1], Díaz-Chávez Fernando I.[1], Arteaga-Garibay Ramón I.[1], Cruz-Cárdenas Carlos I.[1]

[1]Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP, Blvd. de la Biodiversidad # 400, Rancho las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, C.P. 47600

lilyzelayam@yahoo.com.mx

RESUMEN

Existen pocos estudios sobre las comunidades de bacterias endófitas asociadas al cultivo de ajoy aún más sobre bacterias endófitas asociadas a bulbos de ajo que tuvieran potencial de crecimiento vegetal. Por lo que el objetivo de este trabajo fue aislar y evaluar el potencial de promoción de crecimiento vegetal de cepas endófitas de bacterias de meristemos de 8 variedades de ajo del banco de germoplasma del Campo Experimental Bajío del INIFAP. Bulbos de 8 variedades de ajo se procesaron para el aislamiento de cepas bacterianas asociadas a los meristemos; las cepas obtenidas se evaluaron en explantes de ajo para evaluar su efecto en el crecimiento de estos, y se realizaron pruebas para determinar su potencial de producción de; sideróforos, ácido indolacético, pectinasas, amilasas, celulasas y solubilización de fosfato. La identificación de las cepas se realizó mediante el análisis filogenético del gen 16S rRNA. En total, se aislaron 68 cepas bacterianas que se agruparon en 14 morfotipos, los cuales que presentaron un perfil fenotípico diferente; así mismo, las cepas 9AP-TE y 8JMT fueron las mejores promotoras de crecimiento vegetal en los explantes de ajo. Las cepas bacterianas se identificaron como miembros de los géneros *Enterobacter*, *Leclercia* y *Pseudomonas.* El estudio de las bacterias cultivables asociadas a meristemos de bulbos generó una colección de bacterias con potencial de promoción de crecimiento vegetal, que podrían aplicarse al crecimiento de meristemos o al cultivo de ajo en campo.

ABSTRACT

There are few studies on the communities of endophytic bacteria associated with garlic crop, and even more on endophytic bacteria associated with garlic bulbs that have plant growth

potential. Therefore, the objective of this work was to isolate and evaluate the potential of plant growth promotion of endophytic strains of meristem bacteria from 8 varieties of garlic from the genebank of the Bajío Experimental Field-INIFAP. Bulbs of 8 varieties of garlic were processed for the isolation of bacterial strains associated with meristems; the obtained strains were evaluated in garlic explants to assess their effect on explant growth, and tests were carried out to determine the potential of the bacterial strains in the production of siderophores, indol acetic acid, pectinases, amylases, cellulases and phosphate solubilization. Bacterial strains identification was performed by phylogenetic analysis of the 16S rRNA gene. In total, 68 bacterial strains were isolated, and grouped into 14 morphotypes, that presented a different phenotypic profile; likewise, the 9AP-TE and 8JMT strains were the best promoters of plant growth in garlic explants. The bacterial strains were identified as members of *Enterobacter*, *Leclercia* and *Pseudomonas* genera. The study of cultivable bacteria associated with bulb meristems generated a collection of bacteria with potential for promoting plant growth, which could be applied to the growth of meristems or to the cultivation of garlic in the field.

INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum*) es un cultivo con un alto valor nutricional y sabor único, de gran importancia en todo el mundo debido a sus múltiples usos terapéuticos, antimicrobianos, nutricionales y culinarios. En la medicina tradicional se utiliza como componente alimentario para prevenir el desarrollo de cáncer y enfermedades cardiovasculares, pero también se han desarrollado productos farmacéuticos que modifican factores de riesgo como hipertensión, colesterol alto en sangre y trombosis, previniendo enfermedades crónicas asociadas con el envejecimiento; así como productos para la praxis culinaria (Ban et al., 2009; Velíšek et al., 1997).

Asociados a los tejidos internos de las plantas, se encuentran comunidades de microorganismos denominado endófitos, que más allá de no perjudicarlas, establecen relaciones simbióticas con ellos. Los microrganismos endófitos se han estudia por más de cien años (Ryan et al., 2008) y se sabe que al coexistir con la planta huésped a largo plazo, pueden producir los mismos metabolitos secundarios que la planta huésped, como sustancias bioactivas con un gran potencial para la explotación médica, agrícola e industrial (Kim et al., 2007). Muchas veces los endófitos son microorganismos promotores del crecimiento vegetal, los cuales se han estudiado ampliamente tanto para el desarrollo de

biofertilizantes, biopesticidas o bioestimulantes que faciliten la implementación de una agricultura sostenible, así como para caracterizar las diferentes vías metabólicas de estos microorganismos y su interacción con la planta huésped. Sin embargo, son escasos los estudios de las comunidades de microorganismos endófitos asociados a bulbos de ajo, por lo que el objetivo de este trabajo fue aislar y seleccionar el potencial de promoción de crecimiento vegetal de cepas endófitas de bacterias de meristemos de 8 variedades de ajo del banco de germoplasma del Campo Experimental Bajío.

MATERIALES Y MÉTODOS

Bulbos de las variedades de ajo Tingüindín, Inifap 94, Chapingo, Celayense, Texcoco, Tocumbo, Tacatzcuaro y ajo comercial, se pelaron, desinfestaron y cortaron hasta obtener prismas de aprox. 0.3 cm^3, los cuales incluían el meristemo. Los prismas se maceraron o seccionaron en fragmentos de aprox. 0.1-0.2 cm de ancho; el macerado y los fragmentos se inocularon en medios PDA (papa dextrosa agar) y TSA (tripticasa soya agar) , las cajas de Petri se incubaron a 28 °C por 1-3 días. Las diferentes cepas bacterianas que se observaron, se aislaron, agruparon en morfotipos y conservaron en glicerol al 30% a -80 °C. El efecto de las cepas de microorganismos en el crecimiento vegetal se evaluó al inyectar 10 □l de una suspensión al 0.5 del nefelómetro de McFarland de cada cepa, en explantes de ajo de 2.0 cm crecidos en medio MS, que se incubaron por 1 semana a 26 °C con un período de 14/10 h luz/oscuridad. Adicionalmente se realizaron las pruebas para determinar el potencial enzimático y producción de metabolitos secundarios de las cepas bacterianas, estas se inocularon en los medios: CAS para sideroforos, TSA adicionado con triptofano (1 mg ml^{-1}) para producción de ácido indolacético, medio Pikosvskaya para solubilización de fosfato, medio Casteñada con pectina y almidón como fuentes de carbono, para pectinasas y amilasas, respectivamente, y rojo congo para producción de celulasas.

Para la identificación molecular de las cepas bacterianas, se extrajo DNA de cultivos de 24 h con el Kit Quick DNA (Zymo Research), posteriormente se amplificó y secuenció el gen 16S rRNA. Las secuencias de DNA obtenidas se editaron con el programa BioEdit (Hall, 1999). Se hizo una colección de secuencias de cepas de referencia relacionadas en las bases de datos rdp y Genbank. Todas las secuencias se alinearon con ClustalX. El método de substitución nucleotídica se determinó con Jmodeltest2 (Darriba et al., 2012) y el árbol filogenético se construyó con el método de máxima verosimilitud en el programa Mega X ((Kumar et al., 2018) con 1000 repeticiones bootstrap.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los meristemos de bulbos de 8 variedades de ajo, se aislaron 68 cepas bacterianas que se agruparon en 14 diferentes morfotipos. Las cepas bacterianas presentaron un perfil diferencial de producción de enzimas, solubilización de fosfatos, producción de sideróforos y de ácido indol acético (Cuadro 1).

Cuadro 1. Evaluación de cepas bacterianas aisladas de meristemos de bulbos de ajo

Cepa	Producción de enzimas				Promoción de crecimiento vegetal	
	Amilasas	Peptinasas	Celulasas	Proteasas	Sideroforos	Solubilización de fosfatos
1JPC	-	+	+	+	+	+
1AM-TE	-	+	-	+	+	+
3AM-TO	+	+	-	+	+	-
4AM-TX	-	-	-	+	+	+
2AM-TX	-	+	-	-	+	+
6AM-T94	-	-	-	+	-	+
8JMT	-	+	+	+	+	+
1AM-TX	+	-	-	-	-	-
9AP-TE	-	+	+	+	+	+
5AM-CH94	-	-	-	+	+	+
3JPC	+	-	+	+	+	+
4AM-TE	-	-	-	+	+	+
2APT	-	-	-	-	+	+
1AP-CY	-	-	-	+	+	+

La evaluación de promoción de crecimiento vegetal en explantes de ajo demostró que las 14 cepas bacterianas evaluadas son promotoras de crecimiento vegetal, al incrementar en un 10-25% el grosor de las raíces y la longitud del explante, en comparación con el testigo

(Cuadro 2); los mejores resultados se obtuvieron con las cepas 9AP-TE y 8JMT, aisladas de bulbos de las variedades Tacatzcuaro y Tingüindín, respectivamente.

Las cepas bacterianas se identificaron mediante el análisis filogenético de las secuencias parciales del gen 16S rRNA. Obteniéndose que 9 bacterias son pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae y 5 a la familia Pseudomonadaceae, específicamente 5 pertenecientes al género *Enterobacter*, 4 a *Leclercia* y 5 al género *Pseudomonas* (Figura 1). Algunas cepas de estos géneros se han descrito en diversas ocasiones como promotoras de crecimiento vegetal.

CONCLUSIÓNES

A través del estudio de la microbiota cultivable asociada a meristemos de bulbos de 8 variedades de ajo, se pudo obtener una cepario colección de bacterias con potencial de promoción de crecimiento vegetal, que podrían aplicarse al crecimiento de meristemos o al mismo cultivo en campo. Además, es necesario realizar las identificaciones de las cepas bacterianas a nivel de especie, mediante un análisis multilocus de varios genes constitutivos, principalmente de las cepas de *Pseudomonas* sp. 9AP-TE y 8JMT, para descartar su posible asociación como microorganismo patógeno y contar con parte de la información necesaria para el registro de bio-productos que puedan desarrollarse con ellas.

Cuadro 2. Evaluación cualitativa del efecto cepas de bacterias en explantes de ajo, en comparación con el control.

Cepa	Longitud de raíz	Grosor del tallo	Altura del explante
1AM-TE	=	=	+
8JMT	+++	+++	+++
3AM-TO	=	=	=
5AM-CH94	=	=	=
1JPC	=	=	=
6AM-I94	+	++	++
4AM-TX	+	=	+
2AM-TX	+	+	+
1AP-CY	++	+	+
1AM-TE	+	+	+
4AM-TE	+	+++	+
9AP-TE	+++	+++	+++

=similar al control, + con incremento con respecto al control, ++ con incremento considerable con respecto al control, +++ con gran incremento con respecto al control.

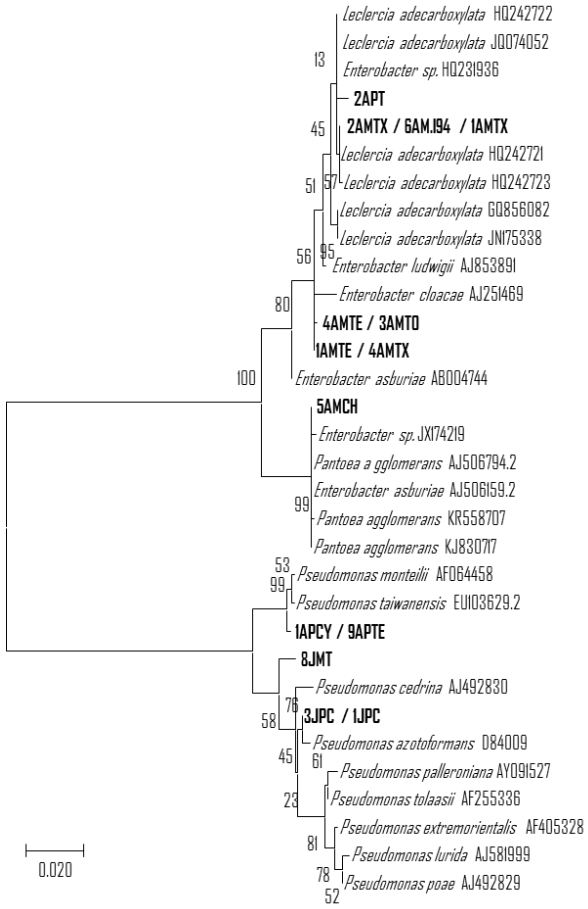


Figura 1. Árbol filogenético construido con el método de máxima verosimilitud y el modelo de sustitución nucleotídica K2P, los números en las ramas representación las repeticiones bootstrap.

REFERENCIAS

Ban JO, Oh JH, Kim TM, Kim DJ, Jeong HS, Han SB, Hong JT. 2009. Anti-inflammatory and arthritic effects of thiacremonone, a novel sulfurcompound isolated from garlic via inhibition of NF-κB. Arthritis Res Ther. 2009, 11:R145.

Darriba D, Taboada GL, Doallo R, & Posada, D. 2012. jModelTest2: more models, new heristics and parallel computing. Nature Methods, 9:772.

Ryan RP, Germaine K, Franks A, Ryan DJ, Dowling DN. 2008. Bacterial endophytes: recent developments and applications. FEMS Microbiol Lett, 278:1-9.

Hall TA. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symp. Ser, 41:95-98.

Kim SY, Kim JY, Kim SH, Bae HJ, Yi H, Yoon SH, Koo BS, Kwon M, Cho JY, Lee CE, Hong SY. 2007. Surfactin from Bacillus subtilis displays anti-proliferative effect via apoptosis induction, cell cycle arrest and survival signaling suppression. FEBS Lett. 581: 865–871.

Kumar S, Stecher G, Li M, Knyaz C, and Tamura K. 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. Mol Biol Evol, 35:1547-1549.

Velíšek J, Kubec R, Davídek J. 1997. Chemical composition and classification of culinary and pharmaceutical garlic-based products. Z Lebensm Unters Forsch A, 204:161-164.

SUPERVIVENCIA Y SOSTENIBILIDAD PRODUCTIVA DE BIOMASA EN ESPECIES VEGETALES DE INTERÉS BIOENERGÉTICO Y AGRÍCOLA

SURVIVAL AND PRODUCTIVE SUSTAINABILITY OF BIOMASS IN VEGETABLE SPECIES WITH BIOENERGETIC AND AGRICULTURAL INTEREST

Rosales-Serna, Rigoberto[1], Julio César Ríos Saucedo[1*], Saúl Santana Espinoza[1], Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1] y Artemio Carrillo Parra[2].

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. [2]Universidad Juárez del Estado de Durango-Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Boulevard del Guadiana Núm. 501. Ciudad Universitaria. Durango, Dgo., México. C. P. 34120. *rios.julio@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Es necesario producir cantidades altas de biomasa para generar bioenergía y elaborar abonos orgánicos. El objetivo fue seleccionar especies vegetales con niveles altos para la producción de biomasa y de supervivencia para el cultivo de rebrotes. Se utilizó una plantación establecida en 2018, con: acacia, álamo blanco, higuerilla, maralfalfa y sauce. En 2019, se cultivaron rebrotes en un diseño completamente aleatorio, con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones. Inicialmente, se utilizaron dos densidades de plantación: hilera sencilla (4 934 plantas/ha) y doble (8 902 plantas/ha). Además, se incluyeron dos tratamientos: con y sin corte de tallos y ramas. Se instaló riego por goteo y la parcela experimental consistió de una hilera de 7.2 m de longitud con 12 (hilera sencilla) y 24 (hilera doble) plantas. El control de la maleza se realizó con tres pasos de rastra y tres deshierbes manuales. Se aplicó insecticida en dos ocasiones para el control de insectos plaga. Las variables evaluadas fueron supervivencia y rendimiento de biomasa seca (BS). El análisis de varianza se realizó con base en el diseño experimental utilizado y la comparación de medias se obtuvo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). La maralfalfa mostró el nivel más alto de supervivencia (99.2 a 100.0 %), tanto en hilera sencilla como doble y en los tratamientos con y sin corte. El rendimiento de BS fue más alto en maralfalfa cultivada en hilera doble y con corte, donde alcanzó 13 796 kg/ha; mientras que, en hilera sencilla con corte (3 670 kg/ha) y sin corte (5 190 kg/ha) se obtuvo rendimiento bajo. La maralfalfa, en densidad alta, puede utilizarse en la producción de cantidades sobresalientes de biomasa seca y muestra la supervivencia suficiente para el cultivo de rebrotes en Durango.

ABSTRACT

High amounts of biomass are required in order to generate bioenergy and the elaboration of organic fertilizers. The objective was to select plant species with high levels of biomass production and plant survival rate for sprouts cultivation. A plantation established in 2018 was used, including: acacia, white poplar, castor bean, maralfalfa and willow. In 2019, sprouts were grown under a completely randomized design with split-plot and four replications. Initially, two planting densities were established: single (4 934 plants/ha) and double (8 902 plants/ha) row. In addition, two cutting treatments were included: with and without removal of stems and branches. Drip irrigation system was installed and experimental plots consisted of a row with 7.2 m in length and 12 (single row) to 24 (double row) plants per row. Weed control was performed mechanically (disking three times) and manually (hand weeding three times). Insecticide was applied twice for pest control. Data were registered for plant survival and dry biomass (DB) yield. The analysis of variance was performed according to the experimental design and means comparison was obtained with the Tukey test ($p \leq 0.05$). Maralfalfa showed the highest survival rate (99.2 to 100.0 %), in both single and double row and cutting treatments for stems and branches. The highest DB yield was also registered in maralfalfa cultivated in double row system (high population density) and cutting treatment, reaching 13 796 kg/ha; while, lower DB yield was obtained in the single row system with (3 670 kg/ha) and without (5 190 kg/ha) cutting treatments. Maralfalfa grass, grown under high population densities, represent an important option to produce large amounts of dry biomass, also showing acceptable levels for survival rate, an important trait for sprout cultivation in Durango.

INTRODUCCIÓN

El bosque templado y las áreas de matorral semidesértico muestran perturbación considerable debido a la presión ejercida por el cambio en el uso del suelo en Durango, México. Además, se observa extracción excesiva de especies para obtención de madera, leña y materia orgánica, ésta última usada como abono para las plantas (SEMARNAT, 2012). Con base en lo anterior, se inició la búsqueda de opciones para obtener materia prima útil en la elaboración de biocombustibles de alternativa, como los pélets y briquetas. En el caso de suelos agrícolas, se observó contenido bajo de materia orgánica, lo que ocasionó degradación físico-química, productividad baja y dependencia de los fertilizantes químicos. Por ello, se inició el estudio sistemático de especies vegetales para la producción intensiva de biomasa y elaboración industrial de abonos orgánicos, como composta y

Bocashi (Rosales *et al*., 2018), sin competir directamente con la alimentación humana y del ganado doméstico.

Se requieren especies vegetales con valores altos de supervivencia y productividad de materia seca, para lograr que, en espacios pequeños, se obtengan cantidades altas de insumos para elaborar biocombustibles y abonos orgánicos. Para ello, se iniciaron estudios locales y sistemáticos para la identificación de fuentes de alternativa para producir la biomasa utilizada en la elaboración de biocombustibles sólidos. La disponibilidad de combustibles con poder calorífico alto, combustión eficiente y niveles bajos para la producción de ceniza mejorará la eficiencia de diferentes actividades económicas. Además, es necesario considerar la obtención de biocombustibles que reduzcan la emisión de gases de efecto invernadero y sirvan de complemento para el uso de carburantes de origen fósil (REMBIO, 2011). En el caso de la biomasa utilizada para la elaboración de abono orgánico, se recomienda producir materia prima con un balance carbono:nitrógeno (C:N) cercano al valor de 25:1 (USDA, 2011). El objetivo fue seleccionar especies vegetales que muestren nivel alto de supervivencia para la producción alta y sostenible de la biomasa útil en generación de bioenergía y elaboración de abonos agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó una plantación establecida en 2018, con cinco especies de crecimiento rápido: acacia (*Acacia retinoides*), álamo blanco (*Populus alba*), higuerilla (*Ricinus communis*), maralfalfa (*Pennisetum* sp.) y sauce (*Salix* sp.). En 2019, se cultivaron los rebrotes obtenidos después del incremento y estabilización de las temperaturas invernales, las cuales afectaron drásticamente algunas especies (maralfalfa, acacia e higuerilla). Se utilizó un diseño completamente aleatorio, con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones. En forma inicial, se establecieron dos densidades de plantación: hilera sencilla (4 934 plantas/ha) y doble (8 902 plantas/ha). En hilera sencilla la distancia entre hileras fue de 3 m y entre plantas de 0.60 m; mientras que, para hilera doble se utilizó la distancia de 3 m entre hileras dobles, 0.75 m entre cada hilera y 0.60 m entre plantas. En 2019, se incluyeron dos tratamientos de remoción de tallos, que fueron: con y sin corte. En el tratamiento con corte se eliminaron tallos a una altura de 10 cm del suelo; mientras que en las hileras sin corte se dejaron los tallos y ramas remanentes de 2018.

El sitio experimental está ubicado en el municipio de Durango, México, a los 23° 59’ 14” N, 104° 37’ 19” O y una altitud de 1 880 m. El suelo predominante es del tipo franco-arcilloso, con capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pH de 7.9 y

es pobre en materia orgánica, fósforo y nitrógeno. El clima predominante en la región es templado semiárido [BS_1 kw (w) (e)], con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura y la media anual para dicha variable es 17.1 °C (García, 1987). La lluvia acumulada durante el año alcanza un promedio de 476 mm, con valores altos entre junio y septiembre (Medina *et al*., 2005).

Se instaló el sistema de riego presurizado por goteo con cintilla de 16 mm, dispersores cada 20 cm y un gasto de 1 L/h. La parcela experimental consistió de una hilera de 7.2 m de longitud con 12 plantas en hilera sencilla y 24 plantas en el caso de hilera doble. El control de la maleza se realizó con tres pasos de rastra por los callejones y tres deshierbes manuales. Se aplicó insecticida en dos ocasiones (spinetoram: Palgus® y dimetoato: Danapyr®) para el control de frailecillo naranja (*Neolema sexpunctata* o *Badister neopulchellus*; Coleoptera:Chrysomelidae).

Se evaluó la supervivencia 68 días después del corte (DDC) y el rendimiento de biomasa seca 144 DDC, para lo cual, inicialmente se cortaron cuatro plantas individuales por parcela. Se obtuvo el nivel de humedad mediante la medición del peso fresco en cada planta por separado y luego se introdujeron en bolsas de papel a una estufa de aire forzado (58 ºC) para obtener el peso seco. Después, se cortaron parcelas útiles de 6 m lineales en cuatro repeticiones de la plantación a hilera sencilla (20.3 m^2) e hilera doble (22.5 m^2). La biomasa fresca, obtenida en cada especie y parcela útil, se usó para estimar la producción de biomasa seca con base en la proporción media de materia seca determinada previamente. El análisis de varianza para el rendimiento de biomasa seca se realizó en un diseño completamente aleatorio, con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones. La comparación de medias se obtuvo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). El análisis de varianza y comparación de medias se realizaron con el programa de cómputo SAS® ver. 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cinco especies incluidas en el estudio mostraron respuesta diferente para cada una de las variables evaluadas (Cuadro 1; Figuras 1 y 2). La maralfalfa mostró el nivel más alto de supervivencia (99.2 % a 100 %), tanto en hilera sencilla como doble y en los tratamientos con corte y sin corte (Cuadro 1). En contraste, la higuerilla presentó los valores más bajos de superviviencia (4.2 % a 13.3 %), en todas las combinaciones (densidad de plantación x tratamiento de corte). La respuesta obtenida demostró la necesidad de renovar anualmente las plantaciones de higuerilla, con la finalidad de maximizar la productividad de biomasa. El

uso de especies de persistencia alta, como maralfalfa, redujo el riesgo y generó ahorros, porque se evitó la plantación anual. La maralfalfa, mostró rapidez de crecimiento de los rebrotes; mientras que, en higuerilla la densidad baja favoreció el crecimiento de plantas individuales, debido a que disminuyó la competencia por espacio, luz, agua y nutrientes (Peña y Acuña, 2017).

El rendimiento de biomasa seca (BS) fue más alto en maralfalfa cultivada en hilera doble y con corte de tallos, donde alcanzó 13 796 kg/ha; mientras que, en hilera sencilla con corte (3 670 kg/ha) y sin corte (5 190 kg/ha) se obtuvo rendimiento significativamente inferior (Figura 1).

La higuerilla registró acumulación alta de BS en hilera doble (Figura 2), especialmante en el tratamiento con corte (8 327 kg/ha), aunque se observó igualdad estadística en relación con las hileras donde se aplicó corte (6 243 kg/ha). En hilera sencilla y sin corte, se registró el nivel más bajo de BS (1 040 kg/ha) y en el tratamiento con corte se alcanzaron 1 518 kg/ha. El sauce mostró los niveles más bajos de productividad de BS, con igualdad estadística entre densidades y tratamientos de corte (Figura 2). En esta especie los valores de rendimiento de BS fluctuaron entre 2 141 kg/ha y 2 424 kg/ha.

Cuadro 1. Supervivencia de especies usadas en la producción intensiva de biomasa en dos tratamientos de corte. Durango, México. 2019.

Especie	Con corte	Sin corte
	Hilera Sencilla	
Higuerilla	6.7±4	13.3±4
Álamo Blanco	46.7±8	48.3±9
Sauce	48.3±9	51.7±14
Acacia	58.3±10	51.7±13
Maralfalfa	100.0±0	100.0±0
	Hilera Doble	
Higuerilla	4.2±3	7.5±3
Álamo Blanco	75.0±6	75.8±8
Sauce	67.5±7	60.8±6
Acacia	44.2±11	55.0±12
Maralfalfa	99.2±1	100.0±0

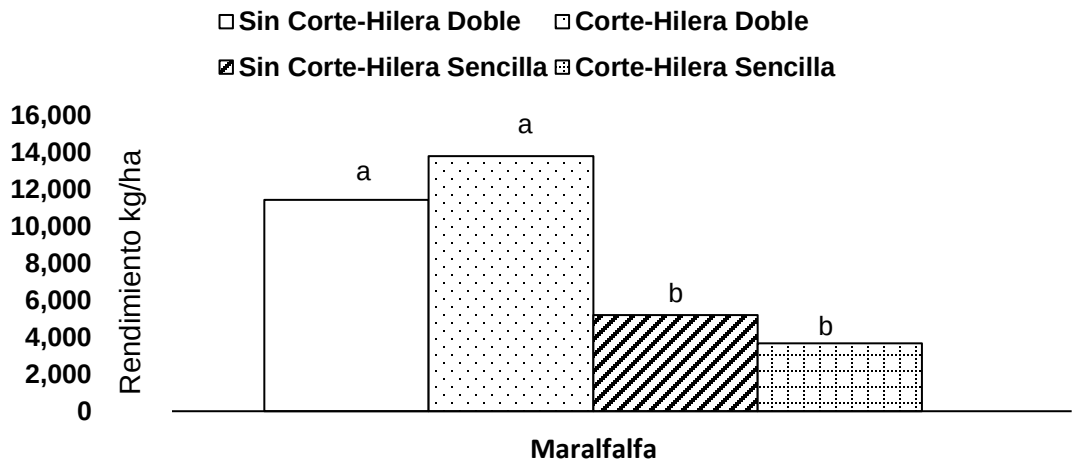


Figura 1**.** Biomasa seca en maralfalfa cultivada en dos sistemas de plantación y dos tratamientos de corte.

La maralfalfa, es una especie que puede utilizarse para la producción de cantidades altas de biomasa seca en el corto plazo (Rosales *et al*., 2018) y muestra persistencia alta, lo cual es importante para el cultivo de rebrotes. La higuerilla, por su parte, puede usarse en el cultivo de rebrotes y aunque mostró un nivel bajo de persistencia, este atributo puede mejorarse con la aplicación oportuna de riego (marzo), germinación de semillas que caen durante la cosecha, emergencia de nuevas plántulas y crecimiento abundante de las plantas en densidades medias de población. Las especies arbustivas y arbóreas (acacia, álamo blanco y sauce) muestran nivel medio y bajo de productividad de biomasa seca, por lo que su utilidad depende de las necesidades de insumos para la industria maderera, bioenergética y elaboración de abonos agrícolas.

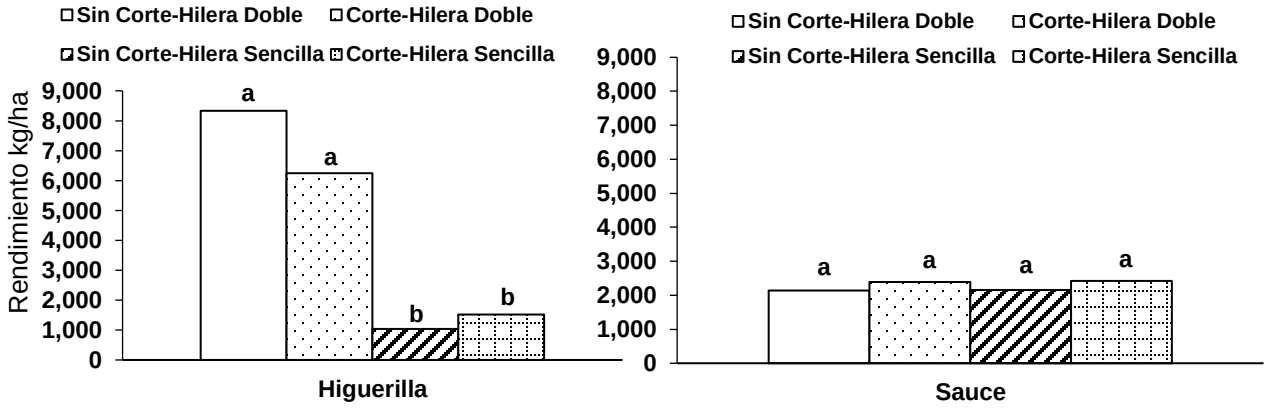


Figura 2. Biomasa seca en higuerilla y sauce cultivados en dos sistemas de plantación y dos tratamientos de corte.

CONCLUSIONES

La maralfalfa, higuerilla y en menor grado, la acacia son especies con valores altos de rendimiento de biomasa y supervivencia, por lo que pueden utilizarse en el cultivo de rebrotes para la producción sostenible de biomasa en Durango. El álamo blanco y sauce requieren más de dos ciclos de cultivo para producir cantidades aceptables de biomasa. La densidad alta de población favoreció el rendimiento de biomasa en las especies con capacidad alta de supervivencia y productividad, como fue el caso de maralfalfa. Los meses de octubre-noviembre es la etapa de aprovechamiento más oportuna para maralfalfa, higuerilla y acacia, con lo que se incrementa la productividad y calidad de la biomasa obtenida.

REFERENCIAS

García M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. Enriqueta García de Miranda. México, D. F. 217 p.

Medina G., G., G. Díaz P., J. López H., J. A. Ruiz C., y M. Marín S. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Durango (Periodo 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México. 224 p.

Peña F., E. y E. Acuña C. 2017. Residuos de la cosecha forestal: Aprovechamiento. Boletin 10. Universidad de Concepción, Chile. pp. 156-168.

REMBIO (Red Mexicana de Bioenergía, A. C.). 2011. La bioenergía en México, situación actual y perspectivas. Cuaderno Temático Núm. 4. REMBIO, México. 42 p.

Rosales S., R., J. C. Ríos S., R. Jiménez O., A. Carrillo P., C. A. Nava B., y P. A. Domínguez M. 2018. Rendimiento y calidad de biomasa en especies cultivadas para obtención de energía y abonos en Durango. Revista Agro FAZ Edición Especial INIFAP-CELALA: 139-153.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Ecosistemas terrestres. pp. 40-117. Consultado en línea 08/08/2019. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap2_ecosistemas.pdf

USDA (United States Department of Agriculture). 2011. Carbon to nitrogen ratios in cropping systems. USDA NRCS East National Technology Support Center, Greensboro, N. C. 2 p. Consulted on line 15/06/19. https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcseprd331820.pdf.

UJED
Universidad Juárez del Estado de Durango

FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA

XXXII SEMANA INTERNACIONAL DE AGRONOMIA

MEMORIA ISSN:2594-1437

9 al 11 de Septiembre de 2020

Responsable
DR. Cirilo Vázquez Vázquez
Director de la FAZ-UJED

Informes
Carretera Gomez Palacio - Tlahualilo Km 32, Venecia Dgo, México.
Telefonos: 8717118875 y 8717118876
Correo electrónico: fazujed.sia@gmail.com

VENECIA, DURANGO, MÉXICO . http://faz.ujed.mx