UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA
VENECIA, DURANGO, MÉXICO
http://faz.ujed.mx

28 Semana Internacional de Agronomía

MEMORIA

ISBN en trámite

Editores

M. C. José Manuel Vázquez Navarro
M.C. Judith Puentes Gutiérrez
Ph. D. Juan José Martínez Ríos
M.C. Magali Jeaneth López Calderón
M.C. Mayarín de Jesús Vázquez Navarro

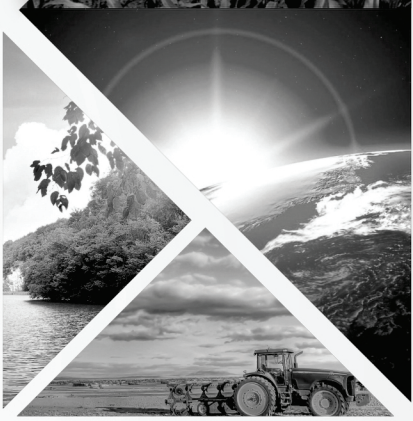
160 Años de Historia 1856 - 2016 UJED

5 al 9 de Septiembre del 2016
Centro de Convenciones Posada del Río
Av. Hidalgo No. 1280, Col. Centro, Gómez Palacio, Durango, Méx.

Facultad de Agricultura y Zootecnia
FAZ UJED

UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA
VENECIA, DURANGO, MÉXICO
http://faz.ujed.mx

28 Semana Internacional de Agronomía



MEMORIA

ISBN en trámite

Editores

M. C. José Manuel Vázquez Navarro
M.C. Judith Puentes Gutiérrez
Ph. D. Juan José Martínez Ríos
M.C. Magali Jeaneth López Calderón
M.C. Mayarín de Jesús Vázquez Navarro

160 Años de Historia 1856 - 2016 UJED

5 al 9 de Septiembre del 2016
Centro de Convenciones Posada del Río
Av. Hidalgo No. 1280, Col. Centro, Gómez Palacio, Durango, Méx.

Facultad de Agricultura y Zootecnia
FAZ UJED

UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA
VENECIA, DURANGO, MÉXICO
http://faz.ujed.mx

28 Semana Internacional de Agronomía

MEMORIA

ISBN en trámite

EDITORES:
M. C. José Manuel Vázquez Navarro
M.C. Judith Puentes Gutiérrez
Ph. D. Juan José Martínez Ríos
M.C. Magali Jeaneth López Calderón
M.C. Mayarín de Jesús Vázquez Navarro

Artículos de las conferencias y carteles
presentados en el Centro de Convenciones
Posada del Río en Gómez Palacio, Dgo., México
los días 07, 08 y 09 de Septiembre del 2016

Para adquirir ejemplares de este documento diríjase a:
Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED
Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo Km 32
Venecia, Durango, México.
Tel. 01(871)711-8876; 711-8875
Correo electrónico:*faz.ujed@prodigy.net.mx*
http://faz.ujed.mx/eventos/semana28.html

Diseño de Portada:
L.D.G. Beatriz Ileana Martínez Román
ileanamartin@yahoo.com

NOTA IMPORTANTE

Para la elaboración de los resúmenes que aquí se presentan se proporcionaron a los autores instrucciones específicas de la extención, tipo de letra, procesador electrónico y formato en general, todo con la intención de facilitar el manejo de la información y brindar un documento homogéneo. Afortunadamente, en la mayoría de los casos se cumplieron las indicaciones; cuando no fue asi, los editores acordaron ajustar a un formato y corregir algunos errores, que a juicio de estos lo ameritaban. Sin embargo la información original jamas se modifico y, aunque puede haberse cometido algunos errores tipográficos, el contenido de los resúmenes es responsabilidad exclusiva de los autores. Por otro lado, la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, no avala la efectividad de los productos ni de los accesorios que se mencionan por nombre común o marca comercial en alguno de los trabajos, como tampoco puede respaldar o certificar la validez de los experimentos y resultados que se obtuvieron en estos.

PRESENTACIÓN

Constituye una gran alegría y un orgullo, para la Facultad de Agricultura y Zootecnia , como institución pionera de la educación agrícola superior en la Comarca Lagunera, celebrar un aniversario mas de su fundación mediante la realización de su evento, con 28 años de manera consecutiva, denominado Semana Internacional de Agronomia.

Para llegar a la celebración de nuestro magno evento, se ha requerido el entusiasmo, talento y esfuerzo de toda la comunidad Universitaria de nuestra Facultad, a la gentileza de los conferencistas y participantes externos de la sección de carteles, asi como al decidido apoyo de las autoridades centrales de la Universidad Juarez del Estado de Durango. Esta conjunción de esfuerzos nos hace posible llevar a técnicos, estudiantes, productores, investigadores y público en general temas prioritarios del sector agropecuario y tópicos de actualidad que afectan a nuestra comunidad regional.

En el ciclo de conferencias de este año, reconocidos ponentes regionales, nacionales y del extranjero generosamente comparten sus experiencias con nosotros en temas relativos a aspectos productivos, económicos, recursos naturales e impacto ambiental, entre otros. Generando con ello, un panorama bastante amplio de los diversos aspectos que inciden sobre el desarrollo agropecuario sustentable de nuestra Comarca.

En esta ocasión, la sección de carteles se ve enriquecida con mas de cientocincuenta trabajos de instituciones hermanas y de investigadores de nuestra Facultad, lo que permite acrecentar el panorama que presenta el ciclo de conferencias y lo circunscribe al ámbito regional. Los interesados encontraran en esta sección trabajos relativos al manejo de recursos naturales, producción vegetal, producción animal y agricultura orgánica.

Al presentar este documento, estamos seguros que deberá ser una referencia obligada entre los interesados a las Ciencias Agropecuarias y, a la vez, con orgullo podemos aseverar que esta memoria es la evidencia escrita del compromiso de nuestra Facultad con la Comunidad Lagunera y coadyuvar al desarrollo regional mediante la capacitación agropecuaria al más alto nivel.

Ph. D. JUAN JOSÉ MARTÍNEZ RÍOS
Director de la Facultad de Agricultura y Zootecnia

ÍNDICE
SECCIÓN CONFERENCIAS

	PÁG
COLABORACIÓN MÉXICO - USA EN AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE Adriana Otero Arnaiz	**1**
LA INOCUIDAD ALIMENTARIA EN LA AGRICULTURA MODERNA: LAS REGLAS DEL MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL. Miguel Ángel Martínez Téllez	**5**
USO DE SENSORES REMOTOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN BIOMASA EN PASTIZALES Ulises Noel Gutiérrez-Guzmán y Edmundo Castellanos-Pérez	**11**
ESCENARIOS FUTUROS DE LA CARNE DE BOVINO EN MÉXICO: ¿NOS ESTAMOS PREPARANDO? José Zorrilla Ríos	**19**
EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y DOS DENSIDADES DE PLANTA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L). Dra. Maribel Navarro Morones	**30**
CUANDO EL DATO DIRECTO NO NOS ALCANZA: PERCEPCIÓN REMOTA Dr. Victor M. Rodríguez Moreno, I.I.S. Jorge E. Mauricio Rubalcava, M.C. Arturo Corrales Suástegui, Dr. J. Saúl Padilla Ramírez	**36**
IMPACTO DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO, COMPLEJO *Melanaphis sacchari/sorghi* (HEMIPTERA:APHIDIDAE) EN LA AGRICULTURA MEXICANA Rebeca Peña-Martínez	**46**
PATRONES ALTERNATIVOS DE CULTIVOS FORRAJEROS CON MEJOR ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO David Guadalupe Reta Sánchez , Héctor Mario Quiroga Garza, J. Santos Serrato Corona	**49**

ÍNDICE
SECCIÓN CARTELES

PRODUCCION AGRÍCOLA

PÁG

PRODUCCIÓN DE ALGODÓN CON ALTAS DENSIDADES DE SIEMBRA USANDO FERTILIZACION ORGANICA 55
José Dimas López Martínez, Maribel Navarro Morones , Rebeca Ivonne López Gonzalez, José Dimas López Gónzalez, Jesús Luna Anguiano

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FORRAJE EN MEZCLAS DE VEZA COMÚN CON CEBADA EN DOS PROPORCIONES DE SEMILLA EN CUATRO ETAPAS FENOLÓGICAS 61
Flores, M.J., Rosales, C.A., Gutiérrez, R.A., Vélez, L.I., Echavarría, F.G.

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FORRAJE EN MEZCLAS DE VEZA COMÚN CON AVENA EN DOS PROPORCIONES DE SEMILLA EN CUATRO ETAPAS FENOLÓGICAS 66
Flores, M.J., Rosales, C.A., Gutiérrez, R.A., Vélez, L.I., Echavarría, F.G.

EVALUACIÓN DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) NERVADURA CAFÉ PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE TEMPORAL EN AGUASCALIENTES 72
Esteban Salvador Osuna-Ceja

EVALUACIÓN DE VARIEDADES E HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays L.*) DE TEMPORAL PARA ENSILADO EN AGUASCALIENTES 78
Esteban Salvador Osuna-Ceja

DENSIDAD DE SIEMBRA DEL TRIGO VARIEDAD NORTEÑA F2007 EN EL NORTE DE TAMAULIPAS 85
Héctor Manuel Cortinas Escobar y Héctor Eduardo Villaseñor Mir

EFECTO DE LA FERTILIZACION EN EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL TRIGO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS 89
Héctor Manuel Cortinas Escobar y Héctor Eduardo Villaseñor Mir

EFECTO DE UN COMPLEJO HORMONAL Y MICRONUTRIENTES EN LA MANDARINA DANCY (*Citrus reticulata* Blanco var. Dancy) 94
Juan José Galván Luna, Crescencio Urias Garcia, Fabiola Aureoles Rodriguez, Marco Antonio Bustamante Garcia, Víctor Manuel Reyes Salas, Ma. Guadalupe Pérez Ovalle

VALIDACIÓN DE LINEAS ELITE Y VARIEDADES DE CARTAMO DEL TIPO OLEICO EN EL SUR DE SONORA. **101**

Xochilt Militza Ochoa Espinoza, Néstor Alberto Aguilera Molina, Lope Montoya Coronado, Eva Avila Casillas, Carlos Iván Cota Barreras.

PRODUCTIVIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DE RIEGO EN UN MÓDULO DEL DISTRITO 017 REGIÓN LAGUNERA **107**

Carlos Miguel Ramos Cruz, Gerardo Delgado Ramírez Juan Estrada Avalos, Ignacio Orona Castillo, Enrique Miguel Valle

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS, HORTÍCOLAS Y DE PRODUCCIÓN DEL HÍBRIDO HMG14E DE CHILE MIRASOL GUAJILLO **114**

Ulises Santiago López, Moisés Ramírez Meraz, David Sánchez Aspeytia, José Alfredo Hernández Maruri

INFLUENCIA DEL AMBIENTE SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN LÍNEAS MEJORADAS DE TRIGO CULTIVADAS EN AMBIENTES DIFERENTES **121**

Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Rigoberto Rosales Serna, Hilario Flores Gallardo, Rafael Jiménez Ocampo, Saúl Santana Espinoza

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE NUEVE CULTIVARES DE TUNA EN EL VALLE DEL GUADIANA, DURANGO **126**

Martínez Fernández Maihualy, Sarmiento López Homero, Sigala Rodríguez José Ángel, Basave Villalobos Erickson

DENSIDAD DE POBLACION EN MAÍZ BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN TAMAULIPAS **132**

Rosendo Hernández Martínez, César Augusto Reyes Méndez, Martin Espinosa Ramirez

ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTO EN HÍBRIDOS DE MAÍZ AMARILLO **136**

Rosendo Hernández Martínez, César Augusto Reyes Méndez, José Espinoza Velázquez, Alfonso López Benítez, Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico

TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN QUE PERMITEN PRODUCIR PLÁNTULA DE PASTO NAVAJITA CON BUENAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EN INVERNADERO **142**

Erickson Basave Villalobos, Pablo Alfredo Dominguez Martinez, José Ángel Sigala Rodríguez y Rafael Jiménez Ocampo

RENDIMIENTO DE FRIJOL PINTO Y MAÍZ DE TEMPORAL CON DOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN ESTABLECIDOS EN UNA PLANTACIÓN DE AGAVE **149**

Homero Sarmiento López, Rigoberto Rosales Serna, Erickson Basave Villalobos, José Luis García Pérez, Pablo Salmeron Andrade

CRECIMIENTO Y POTENCIAL HÍDRICO DE *Pinus engelmannii* EN VIVERO EN FUNCIÓN DE TRES CONDICIONES AMBIENTALES Y TRES REGÍMENES DE RIEGO **157**

Homero Sarmiento López, Rigoberto Caldera Galindo, José Ángel Sigala Rodríguez Erickson Basave Villalobos, Sergio Rosales Mata

APTITUD COMBINATORIA Y RENDIMIENTO DE GRANO DE LÍNEAS Y CRUZAS DE MAÍZ **162**

Oralia Antuna Grijalva, Armando Espinoza Banda, Genny Llaven Valencia, Axel de Jesús García Luna, José Luis Coyac Rodríguez, Aidé Hernández Hernández

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL SUELO EN EL RENDIMIENTO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) CULTIVADA EN DURANGO **169**

Saúl Santana Espinoza, Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Rigoberto Rosales Serna, Rafael Jiménez Ocampo, Hilario Flores Gallardo

RESPUESTA DE ESPECIES FORRAJERAS DE PASTO EN DIFERENTES NIVELES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL SUELO **175**

Rigoberto Rosales Serna, Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Fernando Abraham Euzarraga Rosales, Hilario Flores Gallardo y Rafael Jiménez Ocampo.

PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y MANEJO DE LA COMPETENCIA INTRAESPECÍFICA EN GIRASOL, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA **182**

Juan Manuel Cortés Jiménez, Alma Angélica Ortiz Avalos, Gerardo Zazueta Encinas, Miguel Rivera Gonzalez

PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE MAÍZ EN EL VALLE DEL YAQUI. **187**

Juan Manuel Cortés Jiménez, Alma Angélica Ortiz Avalos, Gerardo Zazueta Encinas, Miguel Rivera González

PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y MANEJO DE LA COMPETENCIA INTRA ESPECÍFICA EN CÁRTAMO, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA. **194**

Juan Manuel Cortés Jiménez, Alma Angélica Ortiz Avalos, Gerardo Zazueta Encinas, Miguel Rivera Gonzalez

EVALUACIÓN DE DOS GENOTIPOS DE GIRASOL Y UN FERTILIZANTE ORGÁNICO CERTIFICADO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA **201**

Alma Angélica Ortiz Avalos, Juan Manuel Cortés Jiménez , Gerardo Zazueta Encinas, Miguel Rivera González

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA DE CÁRTAMO CON NUTRIPELLET, EN UN SISTEMA SIN AGROQUÍMICOS EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA. **207**

Alma Angélica Ortiz Avalos, Juan Manuel Cortés Jiménez, Gerardo Zazueta Encinas, Miguel Rivera Gonzalez

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE TRIGO Y UN FERTILIZANTE ORGÁNICO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA. **212**

Alma Angélica Ortiz Avalos, Juan Manuel Cortés Jiménez, Gerardo Zazueta Encinas, Miguel Rivera Gonzalez

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO DE FORRAJE DE TRES VARIEDADES DE AVENA CULTIVADAS EN AMBIENTES DIFERENTES. **216**

Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Rigoberto Rosales Serna, Rafael Jiménez Ocampo, Hilario Flores Gallardo, Saúl Santana Espinoza

MORFOLOGÍA Y POTENCIAL DE CRECIMIENTO DE RAÍZ EN *Pinus durangensis* MART. BAJO PREACONDICIONAMIENTO POR CONDICIONES AMBIENTALES Y FERTILIZACIÓN, EN VIVERO **221**

José Luis García Pérez, Erickson Basave Villalobos, José Ángel Sigala Rodríguez, Homero Sarmiento López

CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL FOLIAR Y CRECIMIENTO EN CHILE TIPO ANCHO EN FUNCIÓN SUSTRATOS **228**

Manuel Antonio Galindo-Reyes, Reymundo Reyes-Echeverría, Francisco Garibaldi-Márquez y René Félix Domínguez-López

INCREMENTO DE BIOMASA Y CONTENIDO DE AZÚCARES EN SORGO DULCE MEDIANTE ABONO ORGÁNICO Y HONGOS MICORRÍZICOS **233**

Arturo Díaz Franco, Oscar Arath Grageda Cabrera, Martin Espinosa Ramírez, Flor Elena Ortiz Chairez

DINAMICA DE AZUCARES SOLUBLES LIGADA A LA FENOLOGIA Y APLICACIÓN DE FITOHORMONAS Y FERTILIZANTES ORGANICOS EN *Caladium bicolor* **240**

Luis Manuel Valenzuela Núñez, Carmen Benítez Salazar, Simón Adahir Jaritas Alvarado, Sonia Paulina Barraza Morán, Uriel Calderón Villegas

CARACTERÍSTICAS DE PLANTA Y PRODUCTIVIDAD DE SORGO CON DOSIS DE MICORRIZA ARBUSCULAR EN TAMAULIPAS **246**
Arturo Díaz Franco, Florencia Alejandro Allende y Flor Elena Ortiz Chairez

FERTILIZACIÓN BIOLÓGICA COMO ALTERNATIVA PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN REPOLLO **251**
Arturo Díaz Franco, Manuel Alvarado Carrillo, Florencia Alejandro Allende y Flor Elena Ortiz Chairez

PRODUCTIVIDAD AGRICOLA DEL EN MANZANO (*Malus domestica* Borkh.) PRODUCIDO EN CUAUHTEMOC, CHIHUAHUA MÉXICO **255**
José Luis Ríos Flores, Emmanuel Perez Salinas, Miriam Torres Moreno, Marco Antonio Torres Moreno, Cayetano Navarrete Molina

TRATAMIENTO A SEMILLAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) Y SU INFLUENCIA EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS **262**
Ma. Magdalena Villa-Castorena, Ernesto Alonso Catalán Valencia, Marco Antonio Inzunza Ibarra y María del Rosario Jacobo Salcedo

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE VARIEDADES COMERCIALES Y LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO CRISTALINO BAJO ESTRÉS POR CALOR EN INVERNADERO **268**
Ivón Alejandra Rosas-Jáuregui, Guillermo Fuentes-Dávila y José Luis Félix-Fuentes

INJERTACIÓN “EN VERDE” EN VID MEDIANTE CUATRO TIPOS DE INJERTO **275**
Manuel Antonio Galindo-Reyes y Reymundo Reyes Echeverría

RENDIMIENTO Y CALIDAD FÍSICA DE SEMILLA DE CEBADA EN FUNCIÓN DE LA FECHA DE SIEMBRA **279**
Miguel A. Avila Perches, Mauro R. Zamora Díaz, A. Josué Gámez Vázquez, Salomón Solano Hernández1 y Martha L. López Cano.

APLICACIÓN DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS PARA INCREMENTAR EL CONTENIDO NUTRIMENTAL EN PLANTULAS DE HORTALIZAS **286**
Manuel Fortis Hernández, Luis Ángel Córdova Chavarría, Pablo Preciado Rangel, Esteban Sánchez Chávez, Radames Trejo Valencia, Miguel Ángel Segura Castruita.

EVALUACIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO EN LA CAPACIDAD Y CALIDAD ANTIOXIDANTE EN GERMINADOS DE TRIGO **293**
Gaucín-Delgado, Jazmín Montserrat; Salas-Pérez Lilia; Fortis-Hernández, Manuel; Trejo-Valencia, Radames, Ávila-Cisneros, Rafael, Rocha-Valdez, Leonardo; Preciado-Rangel, Pablo

EVALUACIÓN DEL ÁCIDO SALICÍLICO EN EL RENDIMIENTO Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN FRUTOS DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. **299**
Vázquez-Díaz, David Alejandro; Salas-Pérez Lilia; Fortis-Hernández, Manuel; Álvarez-Reyna, Vicente de Paul, Preciado-Rangel, Pablo

EFECTO DE LA HUMEDAD EDÁFICA Y LA TEMPERATURA EN EL RENDIMIENTO FORRAJERO DE AVENA **303**
Saúl Santana Espinoza, Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Hilario Flores Gallardo, Rafael Jiménez Ocampo, Rigoberto Rosales Serna

CONTENIDO DE POLIFENOLES EN PLANTAS DE CHILE CON ABSCICIÓN DEL PEDUNCULO FLORAL CAUSADO POR ALTAS TEMPERATURAS **310**
Mayra Denise Herrera, Olivia Gabriela Rosales Bugarín, Jaime Mena Covarrubias, Manuel Reveles Hernández

CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS EN MERMELADAS DE TUNA CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE PECTINA **316**
Mayra Denise Herrera, Olivia Gabriela Rosales Bugarín, Juan José Figueroa Gonzáles

RENDIMIENTO DE FORRAJE DE MAÍZ (*Zea mays L.)* Y TRITICALE (*X Triticosecale Wittmack*), BAJO AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN, EN AGUASCALIENTES **322**
Dolores Briones-Reyes

COMPLEJO DE 20 AMINOACIDOS EN PLANTAS DE PERRITO (*Antirrhinum majus* L.) CULTIVADAS EN SUELOS REGADOS CON AGUA RESIDUAL SIN TRATAR **327**
Fabiola Aureoles-Rodríguez, Juan José Galván-Luna, Víctor Manuel Reyes-Salas, Marco Antonio Bustamante-García

RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL PASTO MARALFALFA (*Pennisetum spp*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE EN EL VALLE DEL GUADIANA. **332**
Heriberto de Jesus Maldonado Quiñones, Gilberto Calderón Barraza, Francisco Oscar Carrete Carreón, Osvaldo Reyes Estrada, Manuel Murillo Ortiz.

CRECIMIENTO DE MAÍZ CRIOLLO DE TEMPORAL EN RESPUESTA A PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN EL NORESTE DE MÉXICO **338**

Bueno Hurtado Palmira, Durán Guerra Omar, Sánchez Cohen Ignacio, Jacobo Salcedo María del Rosario, Constante García Vicenta

CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE *Pinus arizonica* Y *Pinus durangensis* DE POBLACIONES DEL NORTE DE MÉXICO **343**

Erickson Basave Villalobos, Blanca Nayelli Santes Juárez, José Luis García Pérez, José Ángel Sigala Rodríguez y Homero Sarmiento López

DESARROLLO DE MAÍZ FORRAJERO CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA *vs* FERTILIZACIÓN SINTÉTICA **350**

Alejandro Moreno-Reséndez, Jesús Enrique Cantú-Brito y José Luis Reyes Carrillo

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN CINCO VARIEDADES DE AVENA A DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN, ORGÁNICA Y MINERAL **358**

Jesús García Pereyra., Gabriel N. Aviña Martínez., Roberto Medina Medrano., Rosa Bertha Rubio Graciano., Sebastián E. González Villarreal.

EVALUACIÓN DE SIETE HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAIZ (*Zea mays* L.) CON FINES FORRAJEROS EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA, MÉX. 2015-2016. **362**

Daniela Ivonne Escalante Martínez,Arturo Morales Cuèn, Néstor Alberto Aguilera Molina, Fannie Isela Parra Cota

VARIEDADES DE CÁRTAMO PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN LA REGIÓN CENTRO SUR DEL ESTADO DE CHIHUAHUA. **367**

Gamaliel Orozco Hernández, David G. Reta Sánchez, Francisco Báez Iracheta y Paulina Nava Ruíz.

COLECTA Y EVALUACIÓN DE MATERIALES CRIOLLOS DE CHICOZAPOTE *Manilkara zapota* (L) P. Royen, EN EL ESTADO DE YUCATÁN. **372**

Juan Jasso Argumedo

RENDIMIENTO Y CARACTERÌSTICAS AGRONÓMICAS DE HÍBRIDOS DE MAÍZ DE GRANO AMARILLO Y BLANCO EN EL ESTADO DE GUANAJUATO. **378**

Miguel A. Avila Perches, A. Josué Gámez Vázquez, Juan Virgen Vargas, J. José García Rodríguez y F. Paúl Gámez Vázquez.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE FRIJOL PINTO SALTILLO BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO **385**
Marco A. Inzunza Ibarra, Ernesto Alonso Catalán Valencia, Ma. Magdalena Villa Castorena, Rutilo López López, Adán Adame Gallardo

RENDIMIENTO DE MAÍZ FORRAJERO CON ESTIERCOL BOVINO SOLARIZADO Y MICORRIZAS **392**
Jesús Luna Anguiano, José D. López Martínez, José D. López González, Victoria Jared Borroel García y Mercedes Georgina Aragón Ramírez.

ACCIÓN GÉNICA EN LÍNEAS CONTRASTANTES DE MAÍZ (*Zea mayz* L.) **402**
Armando Espinoza Banda, Oralia Antuna Grijalva, Jose Luis Coyac Rodríguez,Héctor Javier Martínez Agüero, Aidé Hernández Hernández

COLECTA Y EVALUACIÓN DE MATERIALES CRIOLLOS DE MAMEY *Pouteria zapota* JACK. MERR. EN EL ESTADO DE YUCATÁN. **410**
Juan Jasso Argumedo

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE TRES HÍBRIDOS DE CHILE SERRANO (C*apsicum annuum* L.) BAJO DOS LÁMINAS DE RIEGO Y DIFERENTE COLOCACIÓN DE CINTILLA. **417**
Enrique Miguel Valle, Gerardo Delgado Ramírez, Carlos Miguel Ramos Cruz, Juan Estrada Avalos, Vicente De Paul Álvarez Reyna

DENSIDAD, ÍNDICE, Y TAMAÑO DE ESTOMAS EN HOJAS DE ZARZAMORA TUPI **423**
Víctor Manuel Reyes Salas, Juan José Galván Luna, Marco Antonio Bustamante García, Fabiola Aureoles Rodríguez, Hugo Rancaño

UNA APROXIMACIÓN A LA RESPUESTA CLIMÁTICA DE Quercus canbyi Trel. EN EL NORESTE DE MÉXICO **430**
Vicenta Constante García, José Villanueva Díaz, Artemio Carrillo Parra, Palmira Bueno Hurtado

PRODUCCION PECUARIA

ASOCIACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE Y LA PRODUCCIÓN LÁCTEA DE CABRAS CRIOLLAS EN UN AGOSTADERO SEMIÁRIDO **436**
César A. Rosales Nieto,L. I. Vélez Monroy, M. Flores Najera, F. Morón Cedillo, J. Urrutia Morales

CONSUMO APARENTE DE MATERIA SECA POR VAQUILLAS PASTANDO UNA ASOCIACIÓN GRAMÍNEA-LEGUMINOSA **444**
Braulio Valles de la Mora, Epigmenio Castillo Gallegos, Miguel Angel Alonso Diaz, Jesús Jarillo Rodríguez, Eliazar Ocaña Zavaleta

EVALUACIÓN DE *Cratylia argentea* EN PASTOREO SOBRE SU CALIDAD, CONSUMO Y GANANCIAS DE PESO EN NOVILLONAS HOLSTEIN X CEBÚ **449**
Braulio Valles de la Mora , Epigmenio Castillo Gallegos, Miguel Angel Alonso Diaz, Eliazar Ocaña Zavaleta, Jesús Jarillo Rodríguez

CONSUMO DE ALIMENTO EN BECERRAS BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN LÍQUIDA **456**
Ramiro González Avalos, Guadalupe Florentino Bobadilla, Rafael Ávila Cisneros, Juan Leonardo Rocha Valdez, Blanca Patricia Peña Revuelta

EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE BECERRAS ALIMENTADAS CON DIFERENTES SUSTITUTOS DE LECHE **461**
Ramiro González Avalos, Jesús Uriel Pérez Pérez, Rafael Ávila Cisneros, Juan Leonardo Rocha Valdez, Blanca Patricia Peña Revuelta

IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS EN DESCARGAS UTERINAS POSTPARTO EN VACAS LECHERAS HOLSTEIN **466**
Ramiro González Avalos, Xochilt de Jesús Luna González, Rafael Ávila Cisneros, Juan Leonardo Rocha Valdez, Blanca Patricia Peña Revuelta Blanca

PURIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROTEÍNA P25 DEL VIRUS ARTRITIS ENCEFALITIS CAPRINA (AEC) **471**
Timoteo Delgado Maldonado, María Genoveva Álvarez Ojeda, Eduardo Cruz González, Ana Belén Hernández Hernández, Rubén Darío Garza Cedillo

CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO AMONIACAL Y UREICO DE CABRAS EN PASTOREO SUPLEMENTADAS CON NITRÓGENO NO PROTEICO **477**
J. Santos Serrato Corona, Miguel A. Macías Espino, Edmundo Castellanos Pérez, Arturo Bustamante, Mario A. Flores López e Israel Vázquez Negrete

PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE EN CABRAS EN PASTOREO SUPLEMENTADAS CON DIFERENTES NIVELES DE NITRÓGENO NO PROTEICO **482**
J. Santos Serrato Corona, Miguel A. Macías Espino, Edmundo Castellanos Pérez, Arturo Bustamante, Mario A. Flores López e Israel Vázquez Negrete

EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE *Eichhornia crassipes* EN LA PRODUCCIÓN DE METANO RUMINAL *IN VITRO* **487**
Pámanes-Carrasco, Gerardo A., Murillo-Ortiz, Manuel, Herrera-Torres, Esperanza, Carrete-Carreón, Francisco Óscar

EFECTO DE UN SUSTRATO GLUCOGÉNICO SOBRE EL PERFIL METABOLICO DE BECERROS ENCORRAL DE ENGORDA **494**
Fatima del Milagro Malacara Sánchez, Manuel Murillo Ortíz, Esperanza Herrera Torres, Gerardo Pamanes Carrasco, Osvaldo Reyes Estrada

CONTENIDO DE NITROGENO AMONIACAL Y CONCENTRACIÓN DE pH EN BECERROS SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE UN PRECURSOR GLUCOGÉNICO **498**
Jay Dennise Carrillo Herrera, Manuel Murillo Ortiz, Esperanza Herrera Torres, Gerardo Pámanes

EFECTO DEL EMPADRE UTILIZANDO MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON TESTOSTERONA CON CONDICIÓN CORPORAL NORMAL Y BAJA, **503**
María Guadalupe Machado Ramos, López Jara Anabel Guadalupe, Benítez Rivas Jesús Jaime, Vélez Monroy Leonardo Iván, De Santiago Miramontes Ma de los Angeles

DEGUSTACIÓN DE QUESOS NO TRADICIONALES POR CONSUMIDORES NO ENTRENADOS **509**
Francisco Javier Pastor López, Luis Maconetzín Isidro Requejo, Damián Torres Hernández, Homero Salinas Gonzalez

MAGNITUD DE LAS DIFERENCIAS EN PRODUCCION DE LECHE DE CABRAS LOCALES EN CINCO COMUNIDADES DE LA COMARCA LAGUNERA **514**
Jorge Alonso Maldonado Jáquez, Glafiro Torres Hernández, Homero Salinas González, Carlos Miguel Becerril Pérez, Pablo Díaz-Rivera

COMPOSICIÓN QUÍMICA, DIGESTIBILIDAD Y DEGRADABILIDAD *IN VITRO* EN DIETAS PARA BOVINO CON ENCINO BLANCO **518**
Karla Torres Fraga, Manuel Murillo Ortíz, Esperanza Herrera Torres

EFICIENCIA ALIMENTICIA DE TORETES SIMMENTAL ALIMENTADOS CON ENSILADO DE SORGO DULCE HÍBRIDO EN DURANGO, MÉXICO **525**
Reveles Saucedo Fanny Olivia[1], Carrete Carreón Francisco Oscar, Rosales Serna Rigoberto, Gallegos de la Hoya Mayela Patricia y Toca Ramírez José Asunción

EFECTO DEL CICLO LUNAR SOBRE LA PRESENTACIÓN DE PARTOS EN BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE **531**
Máyela Patricia Gallegos de la Hoya,Fatima del Milagro Malacara Sánchez, José Asención Toca Ramírez , José Salome Saucedo Quintero, Fanny Olivia Reveles Saucedo

CONTENIDO DE NITRÓGENO AMONIACAL Y pH EN NOVILLOS SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES ADITIVOS. **536**
Brenda Hernandez Martínez, Manuel Murillo Ortiz, Esperanza Herrera Torres, Fatima del Milagro Malacara Sánchez, Karla Torres Fraga

EFECTO DEL RANGO SOCIAL SOBRE LA INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD ESTRAL EN CABRAS ANOVULATORIAS TRATADAS CON PROGESTERONA INTRAMUSCULAR MÁS Ecg **541**
Zúñiga García Santiago, Rodríguez Martínez Rafael, Carrillo Castellanos Evaristo, Veliz Deras Francisco Gerardo

RESPUESTA ESTRAL DE LAS CABRAS CRIOLLAS SINCRONIZADAS CON PROGESTERONA Y GONADOTROPINA CORIÓNICA HUMANA EN DIFERENTES ÉPOCAS DEL ANESTRO ESTACIONAL **546**
Alan Sebastián Alvarado Espino, Raymundo Rivas Muñoz, Oscar Ángel García, Jesús Mendoza, Francisco G. Véliz Deras

EFECTO DE DOS TIPOS DE DILUYENTES Y DURACIÓN DE ALMACENAMIENTO A 4 °C SOBRE LA MOTILIDAD DEL SEMEN CAPRINO **551**
Alan Sebastián Alvarado Espino, Evaristo Carrillo Castellanos, Oscar Ángel García, Filiberto Anzures Olvera, Francisco G. Véliz Deras

SUSTENTABILIDAD Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES

CARACTERIZACION QUIMICA DE ABONOS ORGANICOS BAJO TRATAMIENTOS DE SOLARIZACIÓN **557**
Rebeca Ivonne López Gonzalez, José Dimas López Gónzalez, José Dimas López Martínez, Jesús Luna Anguiano

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE DEL AGOSTADERO Y CALIDAD DE LA LECHE DE CABRAS DURANTE EL ESTIAJE **563**
César A. Rosales Nieto , M. Flores Najera, L. I. Vélez Monroy, F. Morón Cedillo, J. Urrutia Morales

DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL DE SUELO EN VIÑEDOS DE AGUASCALIENTES **571**
Manuel Antonio Galindo-Reyes, Osías Ruiz-Álvarez y Luis Marín Macías Valdez

MÉTODO DE CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA PARA LA CUANTIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ÉSTERES DE FORBOL **576**
Rafael Jiménez Ocampo**,** Jorge Alberto Rodríguez González, Rigoberto Rosales Serna, Pablo Alfredo Domínguez Martínez

CONTROL INTERNO DE CALIDAD DEL ANALISIS DE FÓSFORO EN SUELO Y PLANTA, MEDIANTE EL USO DE UNA MUESTRA DE REFERENCIA EN EL LABORATORIO DEL CENEB-INIFAP **581**
Gerardo Zazueta Encinas, Juan Manuel Cortés Jiménez, Alma Angélica Ortiz Avalos, Miguel Rivera González

CONTROL INTERNO DE CALIDAD DEL ANALISIS DE MACROELEMENTOS (Ca, Mg, Na y K) EN SUELO Y PLANTA, MEDIANTE EL USO DE UNA MUESTRA DE REFERENCIA EN EL LABORATORIO DEL CENEB-INIFAP **586**
Gerardo Zazueta Encinas, Juan Manuel Cortés Jiménez, Alma Angélica Ortiz Avalos, Miguel Rivera González

CONTROL INTERNO DE CALIDAD DEL ANALISIS DE MICROELEMENTOS (Cu, Fe, Zn y Mn) EN SUELO Y PLANTA, MEDIANTE EL USO DE UNA MUESTRA DE REFERENCIA EN EL LABORATORIO DEL CENEB-INIFAP **591**
Gerardo Zazueta Encinas, Juan Manuel Cortés Jiménez, Alma Angélica Ortiz Avalos, Miguel Rivera González

RESISTENCIA AL DESGASTE DE PUNTAS DE CUERPOS SUBSOLADORES **596**
Francisco Garibaldi Márquez, Raúl Vidal García Hernández, Manuel Antonio Galindo Reyes, Ernesto Martínez Reyes

EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA Y PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN AVENA (*Avena sativa* L.) INVERNAL **603**
Raúl Vidal García Hernández ,Hilario Flores Gallardo, Mario P. Narváez Mendoza, Esteban Salvador Osuna Ceja

DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA EL CONTEO DE SEMILLAS MEDIANTE SENSOR FOTOELÉCTRICO **609**
Raúl Vidal García Hernández , Francisco Garibaldi Márquez, Miguel Ángel Galaviz Cleto, Esteban Salvador Osuna Ceja

PRODUCTIVIDAD DE BIOMASA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN FINCAS GANADERAS DE MONTEMORELOS NUEVO, LEÓN **615**
Ricardo Telles Antonio , Sergio Rosales Mata , Liliana Saucedo Reta , Miguel Ángel Muñoz Palomino , Horacio Villalón Mendoza .

COMPOSICIÓN DE LA ESTRUCTURA Y CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES POST-INCENDIO DE UN BOSQUE TEMPLADO DEL SUROESTE DE DURANGO **621**
Sergio Rosales Mata , José Ángel Sigala Rodríguez , Erickson Basabe Villalobos , Homero Sarmiento López , Laura Elena Martinez .

VARIACIÓN MORFOLÓGICA Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA EN CUATRO PROCEDENCIAS DE *Pinus arizonica* ENGELM, EN VIVERO **627**
José Luis García Pérez, Juan Luis Herrera Villegas, Carlos René Lara Macías, Manuel Alarcón Bustamante.

ANÁLISIS DE LA RED DE VALOR DE EXPORTACIÓN DE LA GUAYABA EN CALVILLO, AGUASCALIENTES **633**
Mercedes Borja Bravo, José Luis Ramos González, Karla Vanessa de Lira Ramos, Alejandra Vélez Izquierdo y Magdalena García González.

LAVADO DE SUELOS CONTAMINADOS CON DIESEL UTILIZANDO SURFACTANTES **640**
Nancy Cano Martagón, Raúl Vidal García Hernández

DINÁMICA DEL PASTIZAL NATURAL EN LA SIERRA DE GAMÓN, DURANGO, MÉXICO **646**
Sonia Paulina Barraza Morán, Luis Manuel Valenzuela Núñez, Uriel Calderón Villegas, Carmen Benítez Salazar, Simón Adahir Jaritas Alvarado

HUELLA HÍDRICA DEL CULTIVO DE CEBOLLA PRODUCIDA EN EL DISTRITO DE RIEGO 005, DELICIAS, CHIHUAHUA **653**
José Luis Ríos Flores, Sigifredo Armendáriz Erivez, Miriam Torres Moreno, Marco Antonio Torres Moreno, Cayetano Navarrete Molina

SUPERVIVENCIA EN PLANTAS DE MEZQUITE COMO RESPUESTA A LA CALIDAD MORFOLÓGICA Y CONDICIÓN DEL MICROSITIO **659**
Cecilia Nataly Gutiérrez Contreras, Homero Sarmiento López, José Ángel Prieto Ruíz, José Ángel Sigala Rodríguez, Eusebio Montiel Antuna

PRODUCTIVIDAD DEL AGUA Y TIEMPO TÉRMICO EN LÍNEAS MEJORADAS DE TRIGO FORRAJERO CULTIVADAS EN DURANGO **665**
Rigoberto Rosales Serna, Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Fernando Abraham Euzarraga Rosales, Hilario Flores Gallardo, Rafael Jiménez Ocampo.

DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES ARBUSTIVAS EN UNA CUENCA DEL NOROESTE DE MÉXICO **672**
Bueno Hurtado Palmira, Durán Guerra Omar, Sánchez Cohen Ignacio, Constante García Vicenta, Velásquez Valle Miguel Agustín

DATACION DEL AGUA SUBTERRANEA DEL ESTADO DE TLAXCALA **677**
Miguel Rivera González, Gerardo Delgado Ramírez , Hilario Macías Rodríguez, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Juan Estrada Avalos

EVALUACIÓN ESTACIONAL DE ACODO AEREO EN HIGUERA EN LA REGIÓN LAGUNERA **686**
Hilario Macías Rodríguez, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Miguel Rivera González, Gerardo Delgado Ramírez, Ma. Magdalena Villa Castorena

VARIABILIDAD DE LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO EN COMPOSTAS AERÓBICAS A PARTIR DE ESTIERCOL DE GANADO DE ENGORDA **692**
Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Hilario Macías Rodríguez, Gerardo Delgado Ramírez, Miguel Rivera González, María del Rosario Jacobo Salcedo

CONCENTRACIÓN PUNTUAL DE CO_2 POR EROSIÓN HÍDRICA BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE LABRANZA **697**
Maria del Rosario Jacobo-Salcedo, Palmira Bueno Hurtado, Ignacio Sánchez Cohen, Miguel Agustín Velásquez Valle, Gerardo Esquivel Arriaga

PRECIPITACIÓN RECONSTRUIDA PRIMAVERA-VERANO CON ANILLOS DE CRECIMIENTO EN BOSQUES TEMPLADOS DEL SUROESTE DEL ESTADO DE DURANGO. **703**
Sergio Rosales Mata , José Villanueva Díaz, Julián Cerano Paredes, José Luis García Pérez, José Ángel Sigala Rodríguez .

DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PLANTA FORESTAL EN EL ESTADO DE DURANGO **710**
José Ángel Sigala Rodríguez, Homero Sarmiento López, Erickson Basave Villalobos, Sergio Rosales Mata, José Luis García Pérez

RESPUESTA DEL HENO DE MOTA (*Tillandsia recurvata* L) COMO COMPOSTA EN LA PRODUCCIÓN DE MAIZ Y PERMEABILIDAD DEL SUELO. **717**
Gregorio Briones Sánchez, Juan M. Covarrubias Ramírez

CONTENIDO DE ARSENICO EN AGUA DE ENTRADA Y SALIDA DE LA PRESA LUIS L. LEON, CHIHUAHUA, MEXICO **722**
C. Holguín-Licón, C. Chávez-Mendoza, R. M. Quíntana Martínez, C. O. Pérez-Vega

EFECTO DE LA COSTRA BIOLÓGICA EN LA INFILTRACIÓN DE AGUA EN UN SITIO DOMINADO POR MATORRAL AL NORESTE DE DURANGO. **728**
Edmundo Castellanos Pérez, Ulises N. Gutiérrez Guzmán, Amaury Esquivel Romo, J. Santos Serrato Corona, J. Roberto Soto González, J. Mateo Name Castillo

CARACTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS DE UN RODAL NATURAL DE *Prosopis laevigata* Y *Acacia schaffnerii* EN DURANGO **734**

Alan Eduardo Salas Camacho, Luis Manuel Valenzuela Núñez, Daniel Alejandro Espino Castillo, Juan Antonio Núñez Colima, Edwin Amir Briceño Contreras

EVIDENCIA DE UNA VSP DE 20 kDa EN RAIZ DE NOGAL *Carya illinoensis* KOCH EN CUATRO DIFERENTES AGROECOSISTEMAS EN LA COMARCA LAGUNERA **738**

Daniel Alejandro Espino Castillo, Luis Manuel Valenzuela Núñez, Juan Antonio Núñez Colima, Edwin Amir Briceño Contreras, Alan Eduardo Salas Camacho

ANÁLISIS DE AMINOACIDOS EN NOGAL *Carya illinoensis* EN TRES ETAPAS FENOLÓGICAS EN DOS AGROECOSISTEMAS DE LA COMARCA LAGUNERA **744**

Daniel Alejandro Espino Castillo, Luis Manuel Valenzuela Núñez, Juan Antonio Núñez Colima, Edwin Amir Briceño Contreras, Alan Eduardo Salas Camacho

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE *Taxodium mucronatum* EN DOS MICROSITIOS OPUESTOS DE LA RIVERA DEL RÍO NAZAS **751**

Simón Adahir Jaritas Alvarado, Luis Manuel Valenzuela Núñez, Carmen Benítez Salazar, Uriel Calderón Villegas, Sonia Paulina Barraza Morán

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA Y DIVERSIDAD VEGETAL DE LA SIERRA DE LA INDIA, CUENCAMÉ, DURANGO, MÉXICO. **757**

Uriel Calderón Villegas, Luis Manuel Valenzuela Núñez, Carmen Benítez Salazar, Simón Adahir Jaritas Alvarado, Sonia Paulina Barraza Morán

CONCENTRACIÓN DE ALMIDÓN EN DIFERENTES ÓRGANOS VEGETALES DE NOGAL PECANERO (*Carya illinoensis* Koch) VARIEDAD WESTERN EN TRES ETAPAS FENOLÓGICAS EN EL CAÑON DE FERNÁNDEZ, LERDO, DURANGO **762**

Edwin Amir Briceño Contreras, Luis Manuel Valenzuela Núñez, Alan Eduardo Salas Camacho, Daniel Alejandro Espino Castillo, Juan Antonio Núñez Colima

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LA VEGETACIÓN LEÑOSA EN LA SIERRA EL ASTILLERO, CUENCAMÉ, DURANGO, MÉXICO **769**

Carmen Benítez Salazar, Luis Manuel Valenzuela Núñez, Simón Adahir Jaritas Alvarado, Sonia Paulina Barraza Morán, Uriel Calderón Villegas

MANEJO DE PLAGAS Y MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA

TRAMPAS PARA EL MONITOREO DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*) Y TRIPS (*Thrips tabaci* Linderman) EN TOMATE CON MALLA SOMBRA **774**
Nathanael Flores González,Leticia Alfaro Hernández, Juan Cabrera Reyes Damián Aguilera Tapia, Adrián Favela Zacarías, Jesús Gabriel Castruita Mejía

IDENTIFICACIÓN DE ARTRÓPODOS DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA PARA EL CULTIVO DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L-) EN EL SUR DE SONORA Y NORTE DE SINALOA, MÉXICO. **780**
Xochilt Militza Ochoa Espinoza , Néstor Alberto Aguilera Molina, Lope Montoya Coronado, Cesar Martín Armenta Castro, Jesús Rafael Valenzuela Borbón

RESPUESTA A LA INOCULACIÓN DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) (Sacc.) Snyder y Hansen EN TOMATE **786**
Alfonso López Benítez, Rosendo Hernández Martínez, María Genoveva Álvarez Ojeda, Reinaldo Méndez Aguilar, Oliva Mendoza Pacheco

EVALUACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE *Trichoderma koningiospsis* EN CULTIVOS DE MAÍZ Y SORGO, EN RÍO BRAVO TAMAULIPAS **793**
Ana Belén Hernández Hernández, María Genoveva Álvarez Ojeda, Arturo Díaz Franco

CLONACIÓN Y EXPRESIÓN DE LA PROTEÍNA MOMP DE *Chamydia abortus* EN EL SISTEMA DE *Escherichia coli* BL21 **798**
Cristina Alejandra Cano Ordoñez, María Genoveva Álvarez Ojeda, Timoteo Delgado Maldonado, Isidro Humberto Almeyda León, Efrén Díaz Aparicio

RICINIFAP - TÉCNICA DE ELISA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE RICINA EN PASTA DE HIGUERILLA. **805**
Rafael Jiménez Ocampo, Jorge Alberto Rodríguez González, Rigoberto Rosales Serna, Pablo Alfredo Domínguez Martínez

DIAGNÓSTICO DE LA EFECTIVIDAD DE BIOESTIMULANTES EN EL CONTROL DEL MAL DE ALMÁCIGO EN *Pinus engelmannii* **810**
Erickson Basave Villalobos, Marcelino Luna Soto, Homero Sarmiento López, Maihualy Martínez Fernández, José Luis García Pérez

DETECCIÓN DE *Candidatus liberibacter* spp. EN CÍTRICOS EN EL NORTE DE TAMAULIPAS **815**
Santos Graciela Montemayor Beltrán, Isidro Humberto Almeyda León, María Genoveva Álvarez Ojeda, Cynthia Guadalupe Rodríguez Quibrera

COMPUESTOS VOLÁTILES ASOCIADOS AL PICUDO DE LA GUAYABA **820**
Karla Vanessa de Lira Ramos, Ernesto González Gaona, Guillermo Sánchez Martínez, Felipe Tafoya Rangel, Candelario Serrano Gómez

REACCIÓN AL CARBÓN PARCIAL (*Tilletia indica*) DE VARIEDADES Y LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO CRISTALINO **824**
Guillermo Fuentes-Dávila, José Luis Félix-Fuentes, Pedro Figueroa-López, Miguel Alfonso Camacho-Casas y Gabriela Chávez-Villalba

REACCIÓN A LA PUNTA NEGRA (*Alternaria* spp.) DE LÍNEAS AVANZADAS ELITE DE TRIGO HARINERO EN EL CICLO 2013-2014 **830**
Guillermo Fuentes-Dávila, José Luis Félix-Fuentes, Pedro Figueroa-López, Miguel Alfonso Camacho-Casas y Gabriela Chávez-Villalba

EVALUACION DE RESISTENCIA DE *Authonomus eugenii Cano* A TRES INSECTICIDAS **835**
Paulina Nava Ruiz, Gamaliel Orozco Hernández, Francisco Báez Iracheta y Noé Chávez Sánchez.

ESPECIES DE CHRYSOPIDAE (INSECTA: NEUROPTERA), EN EL AGROECOSISTEMA DEL SORGO, EN LA COMARCA LAGUNERA, DE COAHUILA Y DURANGO, MÉXICO **840**
Josué Manuel de la Cruz- Ramos, Verónica Ávila- Rodríguez y Urbano Nava- Camberos

EFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS CONVENCIONALES Y BIORRACIONALES PARA EL CONTROL DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO, *Melanaphis sacchari* (ZEHNTNER) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EN SORGO FORRAJERO **845**
Nury Berenice Espino-Chairez, Urbano Nava-Camberos, Verónica Ávila-Rodríguez, José Luis García-Hernández y Guillermo Córdova-Ruiz

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y DAÑOS DEL GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ EN HUERTAS DE NOGAL CON MANEJO DE PLAGAS BIORRACIONAL Y CONVENCIONAL **852**
Emigdio Morales-Olais, Héctor González Hernández, Urbano Nava Camberos, Verónica Ávila Rodríguez

EVOLUCIÓN PATOGÉNICA DE *Salmonella* spp. EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOSTAS **858**
Maria del Rosario Jacobo-Salcedo, Sandra Patricia Maciel-Torres, Lourdes Lucía López-Romero, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Uriel Figueroa Viramontes

PRODUCCION DE BIOINSECTICIDA PARA CONTROL DE *Dendroctonus mexicanus MEDIANTE* FERMENTACION DE MEDIO SOLIDO (FMS) **863**
Aviña-Martínez Gabriel Nicolás., Jesús Andrés Simental Hernández , José Roberto Medina Medrano , Mayra Amezcua Rojas, Rosa Bertha Rubio Graciano, Mónica García Montelongo

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *Dendroctonus spp.* Erichson 1836 (CURCULIONIDADE: SCOLYTINAE) A DIFERENTE GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL EJIDO TALAYOTES MUNICIPIO DE BOCOYNA, CHIHUAHUA, MÉXICO **868**
Rosalinda Cervantes Martínez , Gerardo Esquivel Arriaga, José Villanueva Díaz, Guillermo Sánchez Martínez, Julián Cerano Paredes

EFICACIA DE CINCO INSECTICIDAS Y UN REPELENTE CONTRA EL PICUDO DEL CHILE A*nthonomus eugenii* CANO (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN EL CENTRO SUR DE CHIHUAHUA **874**
Francisco Báez Iracheta, Gamaliel Orozco Hernández y Paulina Nava Ruiz

EVALUACIÓN DE BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL EN CULTIVO DE MAÍZ BAJO CONDICIONES DE CASA SOMBRA EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA. **881**
Daniela Ivonne Escalante Martínez, Fannie Isela Parra cota, Sergio De los Santos Villalobos, Claudia Brizeida Coronel Acosta, Carlos Fernando Amézquita Avilés.

TOXICIDAD DEL ACEITE DE CLAVO Y UN PRODUCTO COMERCIAL DE ESENCIAS VEGETALES SOBRE EL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO (*Melanaphis sacchari* Zehntner) **886**
José Manuel Vázquez-Navarro, José Luis Rodríguez-González, Bertha Alicia Cisneros-Flores

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN PARA EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA “MADERAS DEL CARMEN” EMPLEANDO IMÁGENES SATELITALES LANDSAT **894**
Aldo Rafael Martínez Sifuentes, José Villanueva Díaz

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIANTE LA FUNCIÓN DEL ÍNDICE DE CALOR MENSUAL Y EL MÉTODO DE HARGREAVES **901**
Aldo Rafael Martínez Sifuentes, José Villanueva Díaz, Miguel Ángel Segura Castruita

MÉTODO NO DESTRUCTIVO PARA EVALUAR EL VIGOR VEGETAL EN ESPECIES FORESTALES CULTIVADAS EN VIVERO **908**
Héctor Alfredo López-Aguilar, Héctor Alfredo López Aguilar,José Luis García Pérez,Eutiquio Barrientos Juárez,Jorge Alberto Gómez,Antonino Pérez Hernández

GENERACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELOS CLIMÁTICOS EN ZACATECAS, MÉXICO **915**
Guillermo Medina-García, Miguel Servín Palestina, Martín García Bandala, Guillermo Jesuita Pérez Marroquín

SISTEMA DE PRONÓSTICO DEL RIEGO PARA TAMAULIPAS **922**
Ernesto Alonso Catalán Valencia , Ma. Magdalena Villa Castorena, Marco Antonio Inzunza Ibarra, Gerardo Delgado Ramírez

ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE LA DEMANDA DE QUESO DE LECHE DE CABRA EN LA REGIÓN LAGUNERA **929**
Damián Torres-Hernández, Luis M. Isidro Requejo, Francisco J. Pastor López, Homero Salinas González

App CLIMA: APLICACIÓN MÓVIL PARA EL APOYO A PROTECCIÓN CIVIL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES **933**
Mario. P. Narváez Mendoza, Hilario Flores Gallardo, Arturo Corrales Suastegui, Luis H. Maciel Pérez y Raúl Vidal García Hernández

PRONTER: ESTIMACIÓN DEL TIEMPO TÉRMICO Y FENOLOGÍA DE CULTIVOS AGRÍCOLAS **938**
Mario. P. Narváez Mendoza Mendoza, Hilario Flores Gallardo, Arturo Corrales Suastegui, Luis A. González Jasso y Raúl Vidal García Hernández

APLICACIÓN DEL SOFTWARE IRRINET PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA DEL CULTIVO MAÍZ FORRAJERO **943**
Gerardo Delgado Ramírez, Miguel Rivera González, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Hilario Macías Rodríguez, Ernesto Alonso Catalán Valencia.

DISEÑO DE UN CIRCUITO ELECTRÓNICO PARA EL CONTEO DE SEMILLAS EN TARJETA ARDUINO MEGA **949**
Raúl Vidal García Hernández, Miguel Ángel Galaviz Cleto, Francisco Garibaldi Márquez, Mario P. Narváez Mendoza, Esteban Salvador Osuna Ceja

MODELACIÓN HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL RIO SEXTIN APLICANDO EL MODELO WEAP **956**
Gerardo Esquivel Arriaga, Magdalena Nevárez Favela, Ignacio Sánchez Cohen, Miguel Velásquez Valle, y Palmira Bueno Hurtado

ESTIMACIÓN DEL INDICE MULTIVARIADO ENSO EN COAHUILA **963**
Gregorio Briones Sánchez, Juan Manuel Covarrubias Ramírez

TELECONTROL DE BIOESPACIOS **969**
Ruiz-Ortega, Francisco Javier; Esquivel-Murillo, Karina; Fortis-Hernández, Manuel; Rodríguez-Martínez, Dora Ofelia Ibarra-Casiano, José Luis

SECCIÓN

DE

CONFERENCIAS

COLABORACIÓN MÉXICO - USA EN AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE

Adriana Otero Arnaiz

Foreign Agricultural Service (FAS) United States. Departamente of Agriculture (USDA).
US Embassy, Mexico City,
adriana.otero@fas.usda.gov

El cambio climático está afectando a la agricultura en los EE.UU.

El cambio climático representa una amenaza real para la producción agrícola, los recursos forestales, y las economías rurales. Estas amenazas tienen importantes implicaciones no sólo para los agricultores, ganaderos y forestales, sino también para todos los ciudadanos. Los que viven del manejo de las tierras ya están sintiendo las presiones del cambio climático y sus efectos en el tiempo. A medida que estos riesgos siguen y se amplifican, los productores se enfrentan a los desafíos de la adaptación.

Algunos de estos riesgos son:

Tormentas más severas – NOAA (Administración atmosférica y oceánica nacional, USA) informó que el 2012 fue el segundo año más intenso de nuestra historia de los fenómenos meteorológicos extremos.

El aumento de las temperaturas medias - Las temperaturas más altas significan aumentos de las especies invasoras y los costos de control de malezas y plagas.
Los extremos en la precipitación - En el sur de México, las lluvias más intensas e inundaciones amenazan con reducir los rendimientos. En el norte, el aumento de la sequía plantea un desafío a los productores de forrajes, frutos secos, frutas, algodón y ganado.

Más incendios forestales - La temporada de incendios es de 60 días más de lo que era hace 30 años (En USA). Un estudio reciente del Servicio Forestal predice que el número de acres susceptibles a los incendios podría duplicarse para el año 2050.

Preparación para el aumento de los riesgos meteorológicos

Hubs Regionales de Cambio climático

En un esfuerzo por mitigar los riesgos relacionados con el clima, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) ha establecido diez centros regionales para la adaptación y mitigación de riesgos con el cambio climático. Estos centros ofrecerán los conocimientos basados en la ciencia y la información práctica a los agricultores, ganaderos y propietarios de tierras forestales a nivel regional para apoyar la toma de decisiones relacionadas con el cambio climático.

Estos Hubs de Cambio climático tienen por objetivo apoyar en los siguientes ámbitos:

El soporte técnico para quienes manejan las tierras para responder a la sequía, estrés por calor, inundaciones, plagas, y los cambios en la estación de crecimiento.

Las evaluaciones y pronósticos regionales de peligro y planificación de la adaptación para proporcionar más tiempo para prepararse.

Divulgación y educación para los agricultores, ganaderos y forestales en las maneras de mitigar los riesgos y prosperar a pesar del cambio.

México ha expresado su interés en crear *Hubs* de cambio climático en México similares a estos de USDA y en su oficina representante en la Embajada de USA en la Ciudad de México estamos apoyando esta iniciativa de SAGARPA con intercambio de conocimientos con funcionarios, universidades y centros de investigación, así como con extensionistas. Para obtener más información sobre los Ejes, visite la página Web: Hubs del clima USDA.

Además de los análisis de vulnerabilidad regionales, se están realizando evaluaciones sobre el cambio climático en la agricultura (Adaptación) y en el sector forestal (Cambio climático, conservación y producción forestal).

Soluciones Climáticas en el USDA

El USDA está tomando medidas para crear soluciones modernas al desafío del cambio climático. Con una orientación con base científica sobre el manejo de las coberturas vegetales para que los productores eviten la erosión, mejorar las propiedades del suelo, nutrientes de suministro a los cultivos, suprimir las malezas, mejorar el contenido de agua en el suelo, y romper los ciclos de plagas. La ciencia es universal, del mismo modo está siendo aplicada en México mediante programas como Masagro de SAGARPA y CIMMYT, con un trabajo en equipo entre funcionarios, investigadores, extensionistas y productores.

El USDA también lanzado una herramienta de evaluación y gestión de carbono (COMET-FARM). Este es un enlace externo o sitio de terceros fuera de la página web del Departamento de Agricultura (USDA) de Estados Unidos para ayudar a los productores calcular la cantidad de carbono en el suelo y la vegetación.

Hay cuatro áreas principales de actividad del Servicio Agrícola Exterior (FAS) en el tema de cambio climático:

1. Representación de la USDA en Foros Internacionales FAS, por USDA, conduce las negociaciones relativas a las tarifas de biocombustibles y el acceso al mercado, y asegura que las políticas internacionales de biocombustibles son consistentes con los tratados internacionales y el clima de EE.UU. FAS también representa USDA en las negociaciones de los fondos para el clima - en particular en relación con los compromisos comerciales. Algunas cuestiones clave de cambio climático para la agricultura y el comercio incluyen: indicadores de sostenibilidad; uso de la tierra y el cambio de uso del suelo; el etiquetado de carbono y otros sistemas de certificación de las declaraciones ambientales de los productos agrícolas y alimentarios y de los procesos de producción; biocombustibles; forestal y la deforestación en los países en desarrollo; El papel de la agricultura en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero; y la adaptación y la financiación. FAS participa en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático negociaciones que buscan asegurar que las negociaciones: no afectan negativamente a cualquier legislación sobre cambio climático doméstica en EE.UU; que no sean más restrictivos de lo necesario; incluir un enfoque en la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación en los países en desarrollo; y establecer modalidades para la agricultura apropiadas.
2. Con Programas de construcción de capacidad e intercambio científico FAS está utilizando la financiación apropiada para una cartera creciente de creación de capacidad y actividades de intercambio científico para apoyar nuestros objetivos de cambio climático global. Por ejemplo, este año, el cambio climático surgió como un nuevo tema para el Programa de Becas Cochran; FAS está respondiendo a varios países que daban prioridad a las solicitudes de Becarios Cochran relacionados con el cambio climático. Del mismo modo, en cooperación con la USAID, FAS apoyará becas para científicos del Global Research Alliance de países en desarrollo en la Alianza Global de Investigación sobre Gases de efecto invernadero agrícola, donde los becarios seleccionados en forma competitiva trabajan codo a codo con los científicos estadounidenses en proyectos de

investigación de mitigación del cambio climático. FAS está colaborando con el Departamento de Estado en una Alianza de Energía y Clima de las Américas, la iniciativa que promoverá la generación de energía con biomasa renovable para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero entre los países de la Asociación. En cada una de nuestras actividades de capacitación y de intercambio científico, FAS y sus colaboradores se comunican de forma rutinaria para planificar actividades, dar prioridad a los participantes y socios en el país, y el seguimiento de los resultados para lograr nuestro objetivo de cambio climático.

3. Monitoreo de Políticas de Cambio Climático. FAS supervisa las políticas de cambio climático mediante el seguimiento de los acontecimientos que ocurren o reportados por la Organización Mundial del Comercio Sanitaria; y las asociaciones de la industria. Los gobiernos extranjeros y organizaciones multinacionales pueden introducir políticas comerciales restrictivas y regulaciones en áreas tales como el etiquetado de carbono, los biocombustibles, los recursos genéticos y la biotecnología que pueden afectar negativamente al acceso a los mercados de productos agrícolas y alimentos de Estados Unidos, y pueden o bien distorsionar los mercados de carbono u obstaculizar la adopción iniciativas de carbono de bajo favorecidos por los Estados Unidos.
4. Construcción y mantenimiento de oficinas en el extranjero. En estas oficinas como la de la Embajada en la Ciudad de México se abogan por los objetivos del USDA sobre el cambio climático, contribuyendo a una estrategia de Misión (Embajada de EE.UU.) sobre el cambio climático y mediante la participación de funcionarios de los países y las partes interesadas. Los oficiales informan sobre las implicaciones agrícolas de políticas de los países, incluyendo el impacto de las exportaciones agrícolas de Estados Unidos y la seguridad alimentaria local y el cambio climático. FAS fomenta el diálogo sobre los cambios relevantes internacionales y los objetivos de cambio climático del USDA y objetivos a la clave de la Alimentación y las comunidades agrícolas y de la industria a través de materiales de información y presentaciones orales.

Espero que la Universidad Juarez del Estado de Durango continúe participando activamente en la creación de los Hubs de cambio climático en México y siga apoyando a los productores de la región.

LA INOCUIDAD ALIMENTARIA EN LA AGRICULTURA MODERNA: LAS REGLAS DEL MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL.

Miguel Ángel Martínez Téllez

Profesor Investigador Titular
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Carr. A La Victoria km 0.6, 83304, Hermosillo, Sonora.
e-mail: norawa@ciad.mx

La comercialización de productos agrícolas frescos ha existido desde hace miles de años a nivel local en todo el mundo, pero en el siglo pasado, a consecuencia de la modernización del transporte y las comunicaciones, la comercialización de frutas y hortalizas frescas ha sido demandada por los consumidores de países no productores, o por aquellos que no producen lo suficiente para satisfacer los requerimientos del mercado. Actualmente el volumen de productos frescos comercializados a nivel mundial es casi imposible de calcular, por los millones de toneladas de productos frescos y procesados que cruzan por las fronteras de los países que conforman nuestro planeta.

Esta comercialización globalizada, ha provocado la necesidad de que los países importadores establezcan normas, directrices o códigos de prácticas, para asegurar la confianza de los consumidores, de que los alimentos son inocuos y de calidad, y que los importadores aseguren las características del producto que adquirieron.

Con respecto a la inocuidad de los alimentos, término definido como “asegurar que el consumo de alimentos, no ocasione daños a la salud del consumidor”, se ha dicho que son más de doscientas las enfermedades que son trasmitidas por el consumo de alimentos contaminados. Los peligros alimentarios que ocasionan estas enfermedades pueden ser bacterias, virus, parásitos, toxinas, metales y priones, que pueden provocar síntomas que van desde vómito, dolor abdominal, gastroenteritis hasta síndromes hepáticos, renales, neurológicosde por vida (OMS, 2015; Fernández-Escartín, 2000). Se ha estimado que las enfermedades de origen alimentario causan de 6 a 81 millones de enfermos y hasta 9 000 muertos cada año en los Estados Unidos de América. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015) estima que cada año Las enfermedades diarreicas transmitidas por los alimentos y el agua causan la muerte de unos 2 millones de personas al año, en su mayoría niños en países en desarrollo. En la actualidad en México, un estudio gubernamental realizado en 2003, reportó 4 556 decesos causados por infecciones intestinales (SSA, 2003; Paniagua et al., 2007).

Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC)

La buena colaboración entre los gobiernos, los productores y los consumidores contribuye a garantizar la inocuidad de los alimentos. Es por eso que en México, en el año 2007, el Gobierno Federal logra la modificación de la Ley de Sanidad Vegetal, para conferir a la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo, Rural, Pesca y Alimentación, la responsabilidad de operar los Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC) en los productos agrícolas frescos, que consisten en una serie de procedimientos para garantizar que los bienes de origen agrícola, pecuario, acuícola y pesquero, se produzcan y procesen en óptimas condiciones sanitarias, y se reduzcan los peligros de contaminación física, química y microbiológica, a través de la aplicación de las buenas prácticas agrícolas (BPA´s). Para su cumplimiento, se han elaborado y publicado manuales de BPA´s, lineamientos y formatos que sirven a los productores como guía para implementar un SRRC. Los que cumplan con dichos lineamientos y estén interesados en la certificación, lo podrán solicitar en los diferentes programas de los componentes: agrícola, pecuario, acuícola y pesquero, que ofrece la Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria Acuícola y Pesquera del SENASICA. Con la aplicación eficaz de un Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación, apoyados en instrumentos legales, técnicos y científicos, los productores nacionales fortalecen sus actividades, dando certeza al consumidor nacional e internacional de ofrecer productos alimenticios que disminuyan el riesgo de afectar su salud por algún tipo de contaminación (SENASICA, 2016).

Las modificaciones a la Ley Federal de Sanidad Vegetal incluyen:

a) el expedir, aplicar y vigilar las normas y demás disposiciones legales, así como los documentos técnicos relacionados con los sistemas de reducción de riesgos de contaminación
b) Organizar y operar la certificación, inspección y vigilancia de los procesos donde se apliquen las buenas prácticas agrícolas
c) Promover y capacitar en la aplicación de los sistemas de reducción de riesgos de contaminación
d) Reconocer y certificar las áreas integrales de aplicación de los sistemas de reducción de riesgos, en la producción primaria de vegetales
e) Promover la armonización y equivalencia internacional de normas en la materia (SAGARPA, 2007)

La instrumentación de los SRRC tienen como principio la aplicación de las buenas prácticas agrícolas y de manejo, utilizando el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control

(HACCP), por sus siglas en inglés, como una herramienta para asegurar la inocuidad de los productos agrícolas frescos, atendiendo de esta forma el derecho de la población a los alimentos inocuos, y apoyar a los productores para cumplir la reglamentación de los mercados internacionales en requerimientos de inocuidad.

Ley de Modernización de la Inocuidad de Alimentos (LMIA) de los Estados Unidos.

A consecuencia de la situación imperante en la salud pública de los Estados Unidos, en la que 48 millones personas se enferman anualmente por consumir alimentos contaminados, de los cuales 128,000 son hospitalizados y aproximadamente 3,000 de ellos fallecen, el 21 de diciembre de 2010 se aprueba en el congreso de la EEUU, la Ley de modernización de la inocuidad de los alimentos, firmada por el presidente Obama el 4 de enero de 2011 (Nevares, 2012).

El Gobierno de los EEUU consideró necesaria la aprobación de esta ley, ya que el 15 % del suministro de alimentos en los EEUU es importado, siendo México el principal proveedor de productos agrícolas frescos a este país. El surgimiento de nuevos tipos de productos y la inclusión de nuevos riesgos y peligros sin precedente en alimentos frescos y procesados, aunado a un aumento de la población en riesgo de contraer ETA´s.

Puntos significativos de la LMIA.

a) Involucra la creación de nuevos sistemas de inocuidad de alimentos.
b) Nuevo sistema de supervisión de importaciones
c) Enfoque en las asociaciones
d) Énfasis en la responsabilidad de la finca a la mesa
e) Desarrollada por una amplia coalición, entre gobierno, distribuidores, productores

Los principales enfoques de la LMIA son la prevención, Inspección cumplimiento y respuesta, fortalecimiento de las asociaciones y la inocuidad de las importaciones. Esta ley se aplica a los productos producidos dentro del territorio de los EEUU, así como en los países que se produzcan alimentos que sean importados a ese país.

La prevención de la contaminación es la piedra angular de la LIMA, otorgano autoridad a la oficina de drogas y alimentos (FDA, por sus siglas en inglés), para utilizar ampliamente esta herramienta. De ahí la importancia para que los productores exportadores Mexicanos se preparen, para cumplir con esta normatividad y favorecer el mercado internacional. En la

prevención se incluyen estándares para la producción inocua de frutas y vegetales frescos y nuevos estándares internacionales de adulteración de productos alimentarios.

La prevención establece estándares en las siguientes áreas:

a) *Capacitación del trabajador, salud e higiene*
b) *Agua para usos agrícolas*
c) *Suelos con mejoradores biológicos de origen animal*
d) *Animales domésticos y fauna silvestre*
e) *Actividades de producción, cosecha manejo y empaque*
f) *Equipo, herramientas y construcciones*
g) *Germinados*
h) *El no cumplimiento de estos estándares*
i) *Alimento se considera adulterado –puede ser objeto de negativa de acceso*

La inspección, cumplimiento y respuesta, implica un aumento en el número y frecuencia de las inspecciones de las instalaciones de producción y manejo de los productos, considerando nuevas técnicas de inspección de las instalaciones. Considerando también nuevas herramientas, referidas como retiros obligatorios, acceso ampliado a documentos y registros, detención administrativa, suspensión del registro ante el FDA, fortalecimiento de la rastreabilidad del producto y el análisis de muestras por laboratorios de terceros.

Todos los registros considerados a revisión en las inspecciones de fincas deberán considerar:

a) Nombre y localización del establecimiento
b) Una descripción adecuada del producto cubierto
c) La localización del área de producción, u otra área relevante
d) La fecha y hora de la actividad desarrollada
e) Los registros deben de ser
f) Documentados en el momento que una actividad se desarrolle/observe
g) Precisos, legibles e indelebles
h) Fechados, firmados e inicialados por la persona que lleva a cabo la actividad que se está documentando

El almacenamiento de los registros almacenados fuera de la finca, deberán ser accesible para el FDA en un ´termno de 24 horas.

En caso de contar con registros para otros fines, pueden ser utilizados para dar cumplimiento a los requerimientos del FDA si cuentan con toda la información requerida, la cual no necesariamente deberá estar contenida en un solo documento.

Los registros deberán mantenerse por un período de dos años y aquellos registros que demuestren la exención calificada, deberán conservarse durante el tiempo que sea necesario, para demostrar esa condición.

Los reglamentos de la LMIA de los EEUU se publicaron en noviembre de 2015 y entraron en vigor en enero de 2016.

Codex Alimentarius (CA)

El CA contribuye, a través de sus normas , directrices y códigos de prácticas alimentarias de índole internacional, a la inocuidad, la calidad y la equidad en el comercio internacional de alimentos. Es un punto de referencia mundial para los consumidores, los productores y elaboradores de alimentos, los organismos nacionales de control de los alimentos y el comercio alimentario internacional. Su influencia se extiende a todos los continentes y su contribución a la protección de la salud de los consumidores y a la garantía de unas prácticas equitativas en el comercio alimentario.

La importancia del Codex Alimentarius para la protección de la salud de los consumidores fue subrayada por la Resolución 39/248 de 1985 de las Naciones Unidas; en dicha Resolución se adoptaron directrices para elaborar y reforzar las políticas de protección del consumidor. En las directrices se recomienda que, al formular políticas y planes nacionales relativos a los alimentos, los gobiernos tengan en cuenta la necesidad de seguridad alimentaria de todos los consumidores y apoyen y, en la medida de lo posible, adopten las normas del Codex Alimentarius o, en su defecto, otras normas alimentarias internacionales de aceptación general.

En relación a la inocuidad en la producción de frutas y hortalizas frescas, El CA publicó el Código de Prácticas de Higiene Para las Frutas y Hortalizas Frescas, que aborda las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las buenas prácticas de fabricación (BPF) que ayudarán a controlar los peligros microbianos, químicos y físicos asociados con todas las etapas de la producción de frutas y hortalizas frescas, desde la producción primaria hasta el envasado. En él se dedica particular atención a reducir al mínimo los peligros microbianos. El código ofrece un marco general de recomendaciones que permite su adopción uniforme por este sector, en lugar de ofrecer recomendaciones detalladas sobre prácticas, operaciones o productos agrícolas

específicos. El sector de las frutas y hortalizas frescas es muy complejo. Las frutas y hortalizas frescas se producen y envasan en condiciones ambientales diversas. Se reconoce que algunas de las disposiciones de este código pueden ser difíciles de aplicar en zonas donde la producción primaria se lleva a cabo en pequeñas explotaciones, tanto en países desarrollados como en desarrollo y también en zonas donde se practica la agricultura tradicional. Por consiguiente, el código es necesariamente flexible a fin de dar cabida a diferentes sistemas de control y prevención de la contaminación para diferentes grupos de productos (Codex Alimentarius, 2007).

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

FAO, 2016. La inocuidad alimentaria, realidad y reto mundial J. Vásquez-Arroyo y A. Cabral-Martell http://www.fao.org/docrep/003/y0600m/y0600m02.htm

Fernández-Escartín, E. 2000. Microbiología e inocuidad de alimentos. Universidad de Guadalajara. México, D.F., p. 115-131.

Organización Mundial de la Salud. 2015. Día Mundial de la Salud 2015: Inocuidad de los alimentos. http://www.who.int/foodsafety/es/

Secretaría de Salud , Mexico : Estadísticas de mortalidad en México: muertes registradas en el año 2003. Salud Pública Méx. 2005, 47: 171-187.

Paniagua GL, Monroy E, García-González O, Alonso J, Negrete E, Vaca S. 2007. “Two or more enteropathogens are associated with diarrhea in Mexican children”. https://ann-clinmicrob.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-0711-6-17

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad agroalimentaria. (SENASICA). 2016. Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación. http:www.senasica.gob.mx/?id=3446 Consultado 10 Agosto de 2016.

SAGARPA. 2007. DECRETO por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Federal de Sanidad Vegetal. http://dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=4994668. Consultado el 10 de Agosto de 2016.

Nevares Nieves Rafael. 2012. Breve reseña sobre la Ley de Modernización de la Inocuidad de Alimentos (FSMA) de la FDA. http://www.cna.org.mx/pdf/SIMPOSIO_CNA_FDA/4%20Breve%20presentacion%20FSMA_CNA_2012.pdf.

Codex Alimentarius. 2013. Código de Prácticas de Higiene Para las Frutas y Hortalizas Frescas. http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/list-standards/es/ . Accesado el 15 de agosto de 2016.

USO DE SENSORES REMOTOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN BIOMASA EN PASTIZALES

Ulises Noel Gutiérrez-Guzmán[1]* y Edmundo Castellanos-Pérez[1]

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Domicilio Conocido Ejido Venecia, Dgo., México. *E-mail:ulisesnoelg@yahoo.com.mx

En México, las zonas áridas y semiáridas comprenden casi la mitad del territorio. En estos ecosistemas la producción agropecuaria del norte del país es dominante. Sin embargo, el desarrollo de esta actividad a gran escala ha provocado junto con otros factores como la sequía una transformación del paisaje que ha llevado a la pérdida de producción de herbáceas de estos ecosistemas en la región. La actividad ganadera practicada de forma extensiva, ha provocado en la mayoría de los casos el deterioro de la cubierta vegetal, dominancia de especies no forrajeras y pérdida del suelo por efecto del sobrepastoreo. En gran medida, este deterioro se encuentra asociado a la falta de conocimiento sobre la productividad de estas áreas en función de la producción de biomasa, así como de los límites para su aprovechamiento y utilización apropiados para que pueda ser sustentable y este uso de pastizales sea regulado por las instituciones correspondientes.

Para disponer de mediciones de la producción de biomasa es necesario contar con métodos de estimación confiables, económicos y rápidos (Paruelo et al., 2000). Existen dos aproximaciones para estimarla: los métodos directos y los métodos indirectos. El método directo comúnmente aceptado para la estimación de la biomasa es cosechar y pesar las plantas directamente en una unidad de área determinada (Sorensen et al., 2012), sin embargo, estas técnicas son laboriosas y costosas por la alta variabilidad espacial y temporal de las áreas de pastizal. Por otro lado, se han desarrollado innumerables metodologías más rápidas y confiables para estimar este atributo biofísico de la vegetación. Estos métodos alternativos se basan en técnicas de doble muestreo que consisten en establecer una correlación entre una variable de medición laboriosa con otra variable más fácil de obtener: En este sentido el uso de los sensores remotos como el uso de medidas de reflectividad o estimaciones grabadas fotográficamente, han mostrado ser una herramienta importante para el monitoreo de grandes áreas de pastizal (Pickup et al., 1994; Reeves et al., 2001; Tueller, 2001; Casiano et al., 2010). Bajo los argumentos mencionados, el objetivo de este trabajo fue determinar la producción de biomasa y su dinámica estacional en un ecosistema de pastizal del norte del estado de Durango mediante el uso de sensores remotos como una herramienta eficaz para su estimación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en un predio de agostadero del Municipio de Hidalgo, Dgo. Denominado “La Cieneguilla”. El clima predominante en el área es estepario, semiárido templado (BS1 kw) y árido semi-cálido (BWhw), la temperatura promedio anual es de 20 °C (Arriaga et al., 2000). El suelo es migajón arenoso y migajón arcilloso-arenoso con pendientes del 1 al 8%. Hidrológicamente el sitio de estudio está englobado en la Región Hidrológica No. 35 Mapimí. La precipitación media anual histórica es de 457 mm, y alrededor del 80% de la precipitación pluvial ocurre entre los meses de junio a septiembre de forma irregular, ocasionalmente se presentan lluvias en la estación de invierno (SAGARPA-INIFAP, 2013). El tipo de vegetación presente se clasifica como pastizal mediano abierto con dominancia de *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths con diferentes asociaciones de encino-enebro (*Quercus* spp.- *Juniperus* spp.) hacia la parte del bosque y mezquital (*Prosopis* spp.) hacia la parte del matorral (SEMARNAT, 2009). El predio es usado para la producción de becerros al destete bajo condiciones de pastoreo extensivo del pastizal mediante el sistema vaca-becerro, principalmente destinado para la venta a engordadores en los Estados Unidos de Norteamérica.

METODOLOGÍA

Se estableció un sitio permanente de muestreo en el predio donde se realizó el estudio mediante la técnica de muestreo sistemático, el cual consistió de dos transectos de 1,500 m cada uno, en forma perpendicular uno de la otro, sobre los cuales se distribuyeron nueve estaciones de muestreo de 10,000 m^2 (1 ha) cada una . En cada estación se realizaron cuatro muestreos de biomasa al azar dando un total de 36 puntos de muestreo (Figura 1).

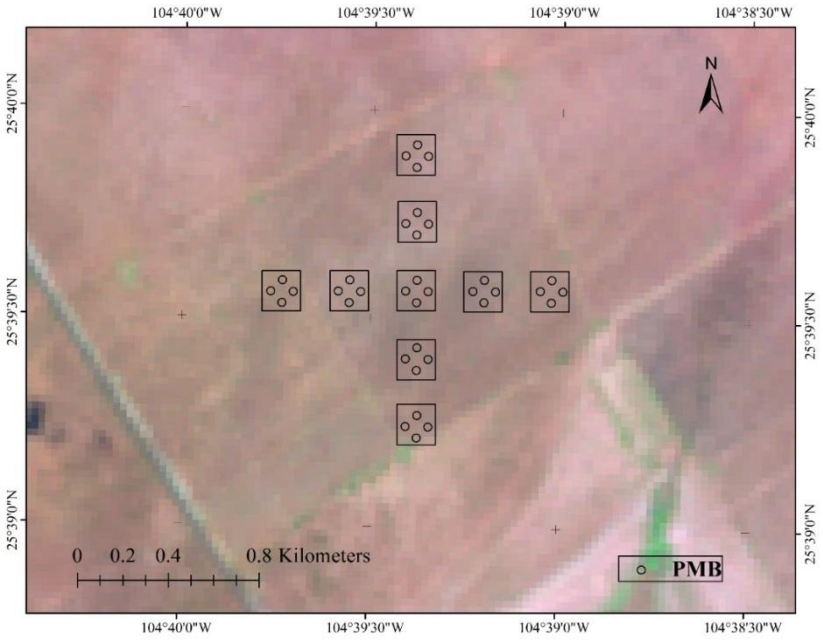


Figura 1. Representación del Sitio Permanente de Muestreo con sus nueve Estaciones de Muestreo y 36 Puntos de Muestreo de Biomasa (PMB).

En cada uno de los cuatro cuadrante de las nueve estaciones de muestreo, se cosecho la producción de biomasa aérea herbácea a un cm por encima del suelo, posteriormente se secó en estufa a 65°C hasta peso constante y expresada en gramos por metro cuadrado (g/m^2). Sobre el mismo aro de poliuretano con el que se cosecho la biomasa y mediante un bastón telescópico ajustable a 3.20 m de altura, se procedió a elevar el equipo de medición el cual consistió de una cámara fotográfica digital Sony Cibershot S730 de 12 mega pixeles y un radiómetro multi-espectral marca CROPSCAN Modelo MSR5 de 5 bandas del espectro electromagnético 485, 560, 660, 830 y 1650 nm (Figura 4). Con ayuda de una plomada se ubicó el centro del aro; una vez hecho esto, se tomó una fotografía digital a nadir y se tomaron mediciones de radiometría con 3 repeticiones. Las fotografías se almacenaron en la memoria interna de la cámara digital y los datos recopilados de radiometría se almacenaron en un data-logger montado sobre la misma estructura del radiómetro, posteriormente al terminar los muestreos se extrajo la información de la cámara y los datos radiométricos en archivos de Excel para su posterior análisis. El periodo de estudio comprendió los años de 2011 y 2013, se realizaron cinco fechas de medición dentro del periodo de crecimiento de la vegetación.

Estimación de la cobertura vegetal en las fotografías digitales. Se inició con la creación de una máscara para delimitar el área útil para la edición en la fotografía digital mediante el programa Corel Photo-Paint. Posteriormente en el programa ENVI 4.4, se utilizó el método de clasificación supervisada de máxima probabilidad para determinar los atributos dentro de la imagen, el siguiente paso consistió en determinar el número de pixeles correspondientes a cada clase de la imagen, esto se hizo utilizando la opción Classification-Post Classification Class Statistics. El resultado se despliega automáticamente en forma de gráfica, acompañado de la cuantificación de pixeles de la cobertura vegetal y otros atributos de la fotografía.

Obtención del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Con los datos radiométricos obtenidos en campo, se calculó el NDVI utilizando la ecuación de Rousse et al. (1974): NDVI= (IRC – R) / (IRC + R), Dónde: NDVI= Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada IRC= Infrarrojo Cercano (Banda 4) R= La Banda del Rojo (Banda 3). Además, se adquirieron imágenes del sensor MODIS del sitio La Cieneguilla a una resolución espacial de 250 m y con una periodicidad de 16 días del servidor de la NASA. Las bandas 1 y 2 de MODIS se utilizaron para calcular NDVI con la fórmula mencionada anteriormente.

Análisis de la información. Para el análisis de la información obtenida se usó el programa STATGRAPHICS Centurion XVI. Se obtuvieron modelos de regresión con la información de 2011 donde el peso seco de la biomasa herbácea aérea fue la variable dependiente y la cobertura vegetal aérea determinada en las fotografías digitales y los NDVI estimados en datos de radiometría de campo y de las imágenes de MODIS fue la variable independiente. De igual manera se obtuvieron modelos de regresión del año 2103 para la validación mediante la significancia estadística y la exactitud de los modelos 2011 encontrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FOTOGRAFÍA DIGITAL

Debido a que la validación es una parte necesariamente útil en el proceso de construcción de modelos y que la validación del modelo se refiere a la estabilidad de los coeficientes, para generalizar inferencias presentadas en el análisis de regresión (Neter et al., 1996), se tomaron muestras de cobertura vegetal y producción herbácea en 2011 para construir un modelo de

regresión y para validar dicho modelo se tomaron estas variables en 2013 en el mismo sitio. Se realizaron pruebas de normalidad Kolmogorov Smirnov (Smirnov, 1948) para la variable peso de la biomasa aérea herbácea de 2011 y de 2013, y no se ajustaron a esta distribución por lo que se aplicó el Ln a esta variable en ambos años y se encontró el modelo $Ln(y) = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2$. Luego se verificaron los residuales estudentizados con los valores predichos para cada modelo y los valores aberrantes fueron eliminados (nueve datos de 2011 y once de 2013). Nuevamente este modelo se volvió a correr, ya sin los datos aberrantes, tanto para 2011 como para los datos de 2013, y se observaron los supuestos de Gauss Markov cumpliéndolos ambos modelos (Cuadros 1).

Cuadro 1. Parámetros de los modelos de regresión de 2011 y 2013 del peso de biomasa aérea estimado con el porcentaje de cobertura aérea en La Cieneguilla, Durango, México.

	Parámetro	***Estimación***	***Error Estándar***	***Estadístico T***	***Valor-P***
Ln (Y_{2011})	β_0	1.637926	0.073257	22.35853	0.000000
	$\beta_1 X$	0.085010	0.005604	15.16912	0.000000
	B_2X^2	-0.000586	0.000094	-6.20733	0.000000
n =150	R^2 ajustado=				
Ln (Y_{2013})	β_0	1.403350	0.141620	9.90924	0.000000
	$\beta_1 X$	0.071363	0.009281	7.68942	0.000000
	B_2X^2	-0.000252	0.000136	-1.85477	0.065986
n = 119	R^2 ajustado=				

Se hizo la comparación de los coeficientes de los modelos de 2011 y 2013 y no se encontró deferencia significativa de acuerdo a la "t" de Student (Cuadro 2) demostrando que el modelo de 2011 fue validado con la información de 2013.

Cuadro 2. Comparación de los coeficientes de los modelos 2011 y 2013 con t (180+144-9-11-2=302, p<0.05) = 1,967.

	β_0	$\beta_1 X$	$\beta_2 X^2$
2011	1,637926	0,085010	-0,000586
2013	1,403350	0,071363	-0,000252
t student	1,109 n.s.	1,103 n.s.	1,719 n.s.

n.s.: no significativo a p<0.05

RADIOMETRÍA DE CAMPO Y SATELITAL

Con el conocimiento previo de que la biomasa no presenta distribución normal, se hicieron diferentes corridas y se encontró el modelo $Ln(Y) = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$. Se verificaron los residuales estudentizados con los valores predichos para cada modelo, para el caso del NDVI estimado por el radiómetro de campo en la primera corrida se detectaron 25 valores atípicos en

el año 2013 los cuales fueron eliminados, en el año 2011 se eliminaron 30 valores atípicos. Los modelos sin los datos atípicos, tanto para 2011 como para los datos de 2013 cumplieron los supuestos de Gauss Markov (Cuadro 3).

Cuadro 3**.** Parámetros de los modelos de regresión de 2011 y 2013 del peso de biomasa aérea estimado con los valores de NDVI del radiómetro de campo en La Cieneguilla, Durango, México.

	Parámetro	***Estimación***	***Error Estándar***	***Estadístico T***	***Valor-P***
Ln (Y_{2011})	β_0	0.8888	0.3540	2.5102	0.0131
	$\beta_1 X$	11.8767	2.4155	4.9166	0.0000
	B_2X^2	-10.546	3.7492	-2.8128	0.0056
n =150	R^2 ajustado= 0.5352				
Ln (Y_{2013})	β_0	0.7655	0.207657	3.68636	0.0003
	$\beta_1 X$	12.6075	1.28754	9.79188	0.0000
	B_2X^2	-11.1926	1.72524	-6.48756	0.0000
n = 119	R^2 ajustado= 0.8091				

Se hizo la comparación de los coeficientes de los modelos de 2011 y 2013 y no se encontró deferencia significativa de acuerdo a la "t" de Student (Cuadro 4) demostrando que el modelo de 2011 fue validado con la información de 2013.

Cuadro 4. Comparación de los coeficientes de los modelos 2011 y 2013 de radiometría de campo con biomasa herbácea con t (180+144-30-25-2=264, p<0.05)=1.967.

	β_0	$\beta_1 X$	β_2X^2
2011	0.8888	11.8767	-10.5460
2013	0.7655	12.6075	-11.1926
t student	0.3004 n.s.	0.2669 n.s.	0.1566 n.s.

n.s.: no significativo a p<0.05

Se realizó el mismo procedimiento para el NDVI obtenido de las imágenes de MODIS y se encontró el siguiente modelo $Y^{\wedge 0.3} = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$. En 2011, 35 valores atípicos fueron eliminados, en 2013 un total de 77 valores fueron eliminados. Los modelos sin los datos aberrantes para ambos años cumplieron con los supuestos Gauss-Markov (Cuadros 5).

Cuadro 5. Parámetros de los modelos de regresión de 2011 y 2013 del peso de biomasa aérea estimado con los valores de NDVI las imágenes MODIS, en La Cieneguilla, Durango, México.

	Parámetro	***Estimación***	***Error Estándar***	***Estadístico T***	***Valor-P***
$Y^{\wedge 0.3}_{2011}$	β_0	1.3324	0.1755	7.5915	0.0000
	$\beta_1 X$	8.7877	1.1931	7.3655	0.0000
	$\beta_2 X^2$	-9.2276	1.8646	-4.9487	0.0000
n =77	R^2 ajustado= 0.8134				
$Y^{\wedge 0.3}_{2013}$	β_0	0.684282	0.3528	1.9393	0.0544
	$\beta_1 X$	9.02028	2.0849	4.3263	0.0000
	$\beta_2 X^2$	-6.77787	2.8074	-2.4142	0.0170
n = 145	R^2 ajustado= 0.6374				

Se hizo la comparación de los coeficientes de los modelos de 2011 y 2013 y no se encontró deferencia significativa de acuerdo a la "t" de Student (Cuadro 6) demostrando que el modelo de 2011 fue validado con la información de 2013.

Cuadro 6. Comparación de los coeficientes de los modelos 2011 y 2013 de MODIS con la biomasa herbácea con t (180 + 180-37-77-2 = 244, p <0.05) = 1.967.

	β_0	$\beta_1 X$	$\beta_2 X^2$
2011	1.3324	8.7877	-9.2276
2013	0.6842	9.0202	-6.7778
t student	1.6447 n.s.	0.0967 n.s.	0.7268 n.s.

n.s.: no significativo a p<0.05.

Los intentos previos para estimar la biomasa de los pastizales mediante los sensores remotos, a través del NDVI (Tucker, 1979; Hunt y Miyake, 2006), presentan la desventaja que el índice sólo es sensible a la vegetación verde, con los mejores resultados en los picos de mayor producción, además, la biomasa aérea de las áreas de pastizal se modifica muy rápidamente en el plazo de pocas semanas, especialmente cuando tiene uso ganadero y está fuertemente influenciada por las precipitaciones (Baruch, 2005; Menaut et al., 1991; San José y Montes, 2007; Scanlon et al., 2005).

CONCLUSIONES

El peso seco de la biomasa forrajera se relacionó con variables de predicción como la cobertura vegetal estimada en fotografías digitales y el NDVI obtenido de datos radiométricos de dos fuentes distintas; encontrado relaciones aceptables útiles para estimar la producción de biomasa en la estación de crecimiento en pastizales.

A pesar de la utilidad de los modelos para estimar diferentes niveles de biomasa de pastizales, este estudio fue limitado en su alcance y aplicabilidad, ya que sólo se realizó en un solo sitio del pastizal mediano abierto y dada la variabilidad encontrada en la producción de biomasa en otros sitios, se sugiere repetir el estudio a un nivel más amplio.

BIBLIOGRAFIA

Arriaga, L., C. Espinoza, L. Aguilar A., E. Martínez, L. Gómez, y E. Loa. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F. pp. 261-263.

Baruch, Z. 2005. Vegetation-environment relationships and classification of the seasonal savannas in Venezuela. Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 200:49-64.

Booth, D. T. and P. T. Tueller. 2003. Rangeland monitoring using remote sensing. Arid Land Research and Management 17:455–467.

Casiano, M. D., y M. Bolaños. 2010. Manual de Campo para el Sistema Nacional de Monitoreo Satelital Orientado a la Ganadería SIMSOG. Texcoco, México. 30 p.

Hunt, Jr. R.E. y B.A. Miyake. 2006. Comparison of stocking rates from remote sensing and Geospatial Data. Rangeland Ecology & Management. 59:11-18.

Menaut, J.C., L. Abbadie,F. Lavenu, P. Loudjani, y A.Podaire. 1991. Biomass burning in West African savannas. Global biomass burning. Atmospheric, Climatic, And Biospheric Implications:133-142.

Neter, J., M. H. Kutner, C. J. Nachtsheim and W. Wasserman .1996. Applied linear regression models. 3rd. Ed. Irwin Inc. Chicago IL.720 p.

Paruelo, J. M., W. K. Lauenroth, and P. A. Roset. 2000. Technical note: Estimating aboveground plant biomass using a photographic technique. J. Range Manage. 53:190-193.

Pickup, G., G. N. Bastin and V. H. Chewings. 1994. Remote-sensing-based condition assessment for nonequilibrium rangelands under large-scale commercial grazing. Ecological Applications. 4:497–517.

Reeves, M. C., J. C. Winslow and S. W. Running. 2001. Mapping weekly rangeland vegetation productivity using MODIS algorithms. J. Range Manage. 54:A90–A105.

SAGARPA-INIFAP, 2013. Red Nacional de Clima. http://clima.inifap.gob.mx /redinifap/historicos.aspx?est=41513&edo=9&m=1&an=2013

San José, J.J., y R. Montes A. 2007. Resource apportionment and net primary production across the Orinoco savanna-woodland continuum, Venezuela. Acta Oecológica In Press, Corrected Proof.

Scanlon, T.M., K. K. Caylor, S. Manfreda, S. A. Levin, & I. Rodríguez, I. 2005. Dynamic response of grass cover to rainfall variability: implications for the function and persistence of savanna ecosystems. Advances in Water Resources 28:291-302.

SEMARNAT, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. El Medio Ambiente en México 2009: en Resumen. Mexico. 51 pp. Disponible en PDF en: http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/documents/sniarn/index_infinfor.html

Smirnov, N. 1948. Table for estimating the goodness of fit of empirical distributions. Ann. Math. Stat. 19: 279–281.

Sorensen, G.E., D.B. Wester and S. Rideout-Hanzak. 2012. A nondestructive method to estimate standing crop of purple threeawn and blue grama. Rangeland Ecology & Management. 65:538–542.

Tucker, C. J. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of Environment. 8, Issue 2. Pages 127–150.

Tueller, P. T. 2001. Remote sensing of range production and utilization. J. Range Manage. 54:A77–A89.

ESCENARIOS FUTUROS DE LA CARNE DE BOVINO EN MÉXICO: ¿NOS ESTAMOS PREPARANDO?

José Zorrilla Ríos,
MVZ, MSc, PhD.,Profesor – Investigador
Universidad de Guadalajara

La presente disertación pretende analizar diferentes factores socio-económicos y de estructura de la cadena alimentaria carne de bovino en México considerados relevantes en la posible preferencia que el estrato social nacional con capacidad de acceso a ésta pueda ejercer.

El autor intenta llevar a cabo un análisis crítico-constructivo-propositivo tanto del rol de algunos de los integrantes de los diferentes eslabones de la cadena como de las autoridades del ramo, en la construcción de posibles escenarios de mediano y-o largo plazo a los que se puede enfrentar el sector cárnico bovino nacional, ante la oferta de opciones de carne de bovino de importación así como otras posibles opciones substitutivas.

- **Factor carne de res como artículo de lujo. Implicaciones que pueden surgir si se considera a la carne de bovino como un artículo de lujo.**

Un artículo de lujo es aquel que es **accesible** a un estrato de la población. Consecuentemente, está fuera del alcance del resto.

Esto sucede ya hoy en día al haber alrededor de 50 millones de mexicanos en y-o por debajo de la línea de pobreza, para quienes la carne de res está fuera de su lista de la canasta básica diaria. Esta es una realidad motivada por las tasas de desempleo y la pérdida de valor adquisitivo de los salarios de aquellos que reciben uno.

De tal forma que esta condición hace que la carne de res sea un alimento al alcance únicamente de una porción de la sociedad mexicana y no de su totalidad.

Un artículo de lujo se caracteriza principalmente por presentar factores de preferencia subjetivos, de cumplimiento a requisitos pre-concebidos por el consumidor, tales como apariencias, conveniencia, servicio, placer, caprichos, modas, todo ello por encima del factor precio. Este, el precio, pasa a ser un elemento decisorio de menor relevancia en la elección del

consumidor. Cubiertos los requisitos de satisfacción personal, no hay objeción por el precio o de haberla, es secundario.

Especulativamente, se podría estimar que en contraste con los 50 millones de connacionales que no son clientes potenciales para el consumo de carne de bovino, existen en el otro extremo, un diez por ciento de la población, 12 millones de consumidores potenciales cuyas demandas de consumo están enfocadas a conceptos de calidad, presentación, conveniencia, inocuidad, información, gustos o caprichos y todo ello, sin una limitante de índole costo, precio.

Esta población del mercado atractiva para el sector carne de bovino requiere de una atención especial, misma que de no ofrecérsela el producto nacional, la buscará en el producto de importación y-o en substitutos opcionales.

Complementariamente a los estratos sociales extremos expuestos, los que están fuera del acceso y los que cumplen su expectativa de consumo sin objetar el precio, se encuentra otro segmento de aproximadamente 40 millones de connacionales que se ubican en la clase media, media - alta con un consumo limitado de carne de bovino.

Para fines de crear un posible escenario del valor del mercado de carne de res en México por parte de los estratos de consumidores potenciales señalados, se considerará una distribución especulativa del dato generalizado de consumo ***per capita*** de carne de res de 15 kg / habitante / año en México, entre la clase media a la que se le atribuiría un consumo de 10 kg al año por miembro y de 35 kg año por miembro del sector de connacionales sin restricción económica para su consumo, se podría suponer una demanda de 400,000 toneladas de carne de bovino al año para el primer caso y de 420,000 toneladas al año para el segundo segmento. El primer escenario representaría un mercado anual con un valor de $3,200 millones a un precio promedio de corte popular de $80,00 / kg, mientras que el segundo estrato, a un precio promedio de $160/kg, representaría un valor anual de mercado de $7,360 millones.

Ambos mercados son de magnitud económica tal como para ser considerados atractivos para proveedores extranjeros en la medida que el sector alimentario carne de bovino nacional no lo atienda o lo atienda como hasta la fecha, ofertando un producto genérico con escasa información y sin atención a la expectativa de calidad e inocuidad de un consumidor exigente

que considera que esta adquiriendo un satisfactor especial por el que paga un precio el cual debería cubrir su expectativa de calidad.

- **Factor exportación. El énfasis en la exportación de carne de bovino mexicana.**

El razonamiento anterior sobre posibles características y dimensiones de un mercado interno de carne de bovino en México podría contrastarse con el creciente énfasis a la exportación mostrado en la última década por un número reducido de empresarios. Al respecto se señala el riesgo potencial en el que se puede caer de descuidar el mercado interno en aras de atender las exigencias de los mercados internacionales, sobre todo cuando estas mismas empresas enfocadas a la exportación, dan señales de atender el mercado interno con escasa información para el consumidor final sobre los atributos de calidad de su producto, procesos, inocuidad y otros ya indicados.

Ante esta condición, se vuelve atractivo y en automático para empresas extranjeras que ya cumplen con requisitos de información de calidad al consumidor en sus mercados originales, ofrecer este servicio de valor agregado en su producto. Este bien puede ser el caso para una potencial importación de carne de res desde Australia, en virtud de que en este país, su carne para el mercado interno conlleva información sobre el no uso de hormonas adicionales así como la clasificación de la canal que dio origen a la porción de carne en exposición. Información adicional en este sentido se ofrece mas adelante.

- **En México, ¿se le da a la carne de res un trato de artículo de lujo? ¿Se le ofrece al público consumidor de productos de lujo una carne de res acompañada de tarjetas de presentación similares a las que se ofrecen en otros países?**

En Australia, la cadena de autoservicio Coles implementó a nivel nacional una política de garantía de oferta de carne de res libre de hormonas adicionales, acción a la que se compromete expresamente a cumplir ante sus clientes (ver imagen).

Contrastantemente en México, existe un problema de uso ilegal de promotores de crecimiento tipo beta análogos como consecuencia de la autorización de dos substancias pertenecientes a este grupo de fármacos, proceso caracterizado por la incapacidad de supervisión oficial para garantizar su buen uso, como tampoco la obligación de informar al público consumidor a través de un sistema oficial de etiquetado, de las prácticas zootécnicas empleadas en los procesos de producción primaria. Esta condición pone en desventaja a aquellos productores que se resisten a su empleo al no disponen de canales oficiales para comunicar su estrategia al consumidor final.

Aunado a este factor, México es un paraíso para la industria farmacéutica mundial, al ser el país de América Latina donde en menos tiempo se logra el registro de nuevos productos, como lo señala la nota periodística (http://www.jornada.unam.mx/2015/10/17/sociedad/031n1soc):

> ***"México, el país de AL que menos tarda en aprobar nuevas moléculas: Cofepris". México es el país de América Latina que menos tarda en aprobar nuevas moléculas, destacó Julio Sánchez y Tépoz, comisionado de fomento sanitario de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris). En una reunión de vinculación entre expertos de la Universidad Autónoma de Nuevo León y de la Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica,***

indicó que hace poco más de tres años el promedio de aprobación era de unos 360 días, pero ahora tenemos ejemplos que han salido en 60 días.

La aprobación en los Estados Unidos de Norteamérica del beta análogo clorhidrato de zilpaterol como promotor de crecimiento para bovinos se llevó mas de 10 años. En México el mismo proceso tomó dos años.

Una condición que explica esta celeridad en la aprobación de registros de moléculas es de que de la lista de los 15 requisitos a cumplir solo uno esta relacionado con un aspecto de inocuidad.

Cabe cuestionarse si la capacidad analítica teórica y de laboratorio de las autoridades mexicanas responsables de otorgar el registro de nuevas moléculas sobrepasa en eficacia y eficiencia en tal magnitud a la de las autoridades similares de otros países como para justificar la celeridad en su respuesta.

Igualmente, la carne de res ofertada en Australia a través de la cadena de autoservicio Coles ha pasado por un proceso de clasificación de tal manera que el público consumidor puede elegir con base en información proporcionada, el tipo de corte que de mejor forma cumpla con su expectativa culinaria (ver imagen)

Comparativamente, en México de los 32 estados que componen al país, únicamente en cuatro se lleva a cabo la clasificación de canales de bovino (Nuevo León, Sonora, Baja California y Sinaloa). Sin embargo esta información no llega al público consumidor en los porcionados disponibles en vitrina.

Aún cuando se dispone de una norma vigente de clasificación de canales de bovino (NMX-FF-078-SCFI-2002), no hay por parte del sector oficial encargado del ramo pecuario una sola acción encaminada a promover su aplicación en forma generalizada en el país, condición que opera en contra de un derecho del consumidor a recibir información que le permita tomar una elección juiciosa del producto a adquirir.

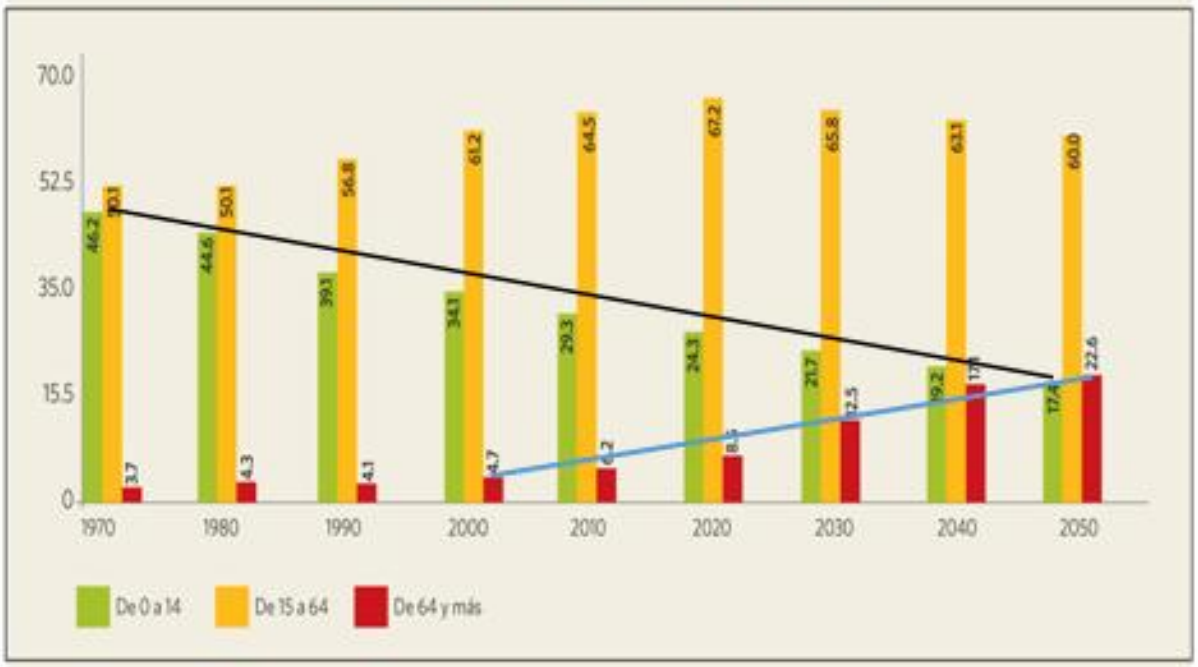
En Perú, una cadena alimentaria de carne de bovino ofrece a su clientela un producto con atributos nutricionales adicionales: la inclusión de Selenio orgánico en la etapa de producción (ver imagen).

- **Factor la pirámide poblacional y cómo ésta esta cambiando y sus posibles implicaciones en la demanda de carne de bovino.**

En el año 1970 en México, la proporción de adultos mayores de 64 años era del 3.7% de la población y la de jóvenes recién nacidos y hasta 14 años era del 46%. En el año 2010, esta proporción ya había cambiado a 6% y 29% respectivamente. Para el año 2050 se proyecta que la población de adultos sea del 23% y la de jóvenes, el 17% (Gráfica 1).

Gráfica 1

GRÁFICA 1. POBLACIÓN EN MÉXICO 1970-2050



Fuente: INEGI. IX Censo General de Población, 1970. Tabulados básicos. Población Media. Elaboración propia con base en estimaciones del Consejo Nacional de Población. Población Media, 1980-2000. Documento electrónico. INEGI (2011). Censo de Población y Vivienda, 2010. Tabulados básicos del cuestionario básico. Población Media.

La prevalencia de una idea entre los médicos cirujanos parteros de recomendar un menor consumo de carnes rojas conforme se alcanza la tercera edad, si bien cuestionable, es un factor que influye en la demanda a la baja de carne de bovino por parte de la población de la tercera edad con capacidad de compra y la cual tiende a representar cada vez una mayor proporción del total de la población.

- **Diversificación en la oferta de carne de bovino.**

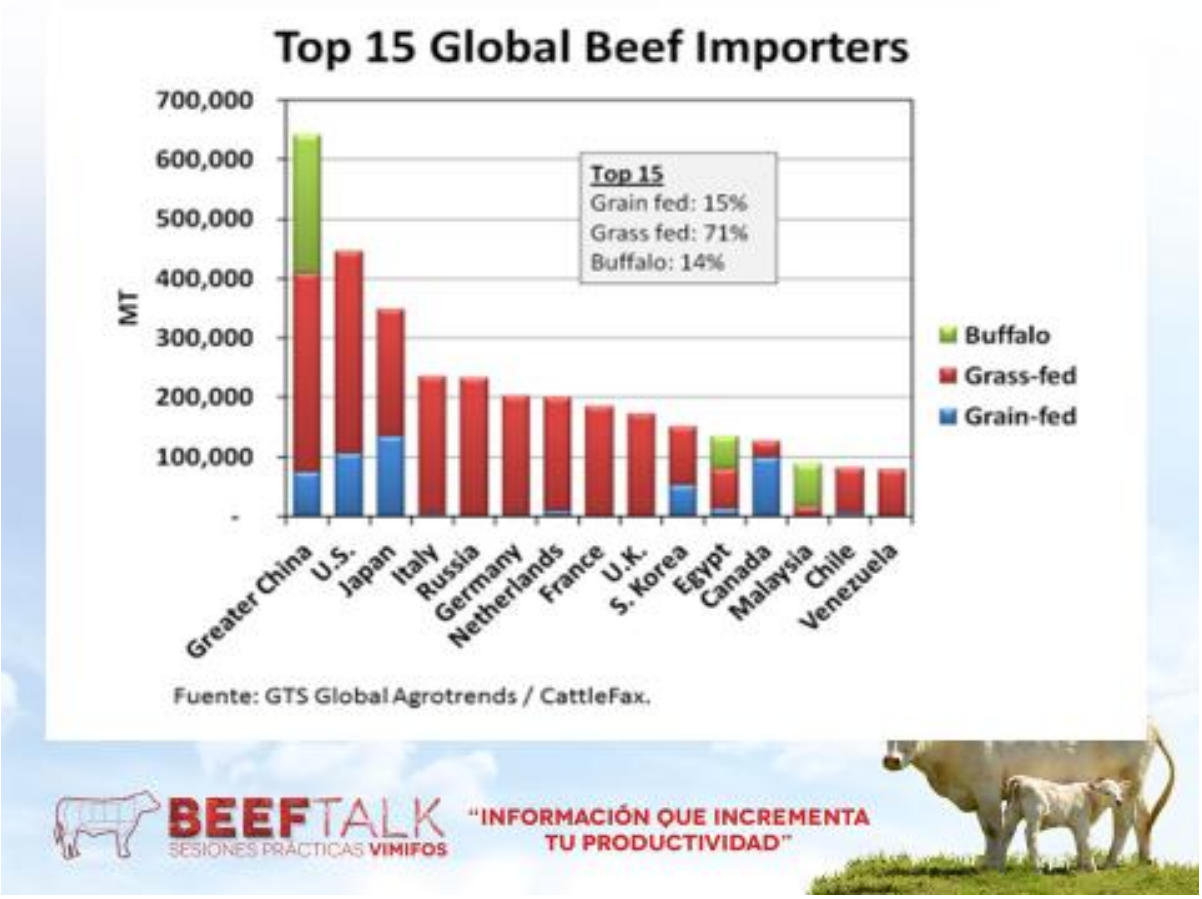
Otro factor que trabaja en contra del consumo de carne de bovino en México es su poca diversificación en las formas en que ésta es ofertada.

Ante este panorama de poca diversidad de oferta, la posibilidad de que ingrese a México diversas carnes “gourmet” provenientes de Australia como consecuencia de la firma en el 2014 de una Acuerdo Comercial con ese país y que entre sus condiciones de liberación de mercados se estipula que la carne de bovino australiana podrá entrar al México libre de arancel a partir del año 2016.

Dentro de la diversidad de carnes que se ofertan actualmente en el mercado doméstico de Australia, se identifica carne de camello, de avestruz, de canguro (ver imágenes)

- **Factor de demanda mundial de carne natural.**

El mercado mundial de carne de bovino se caracteriza por una preferencia de carne producida bajo un sistema bajo pastoreo, en comparación con aquella generada bajo un sistema en confinamiento a base de granos (ver imagen)



En este sentido, vale señalar que la India se disputa con Brasil el primer lugar como países exportadores de carne de bovino y que una parte mayoritaria de esta exportación de carne roja de la India es de búfalo de agua (producto conocido como "carabeef"). Uno de los atributos a favor de la oferta de carne de búfalo de agua es su sistema de producción natural bajo pastoreo, lo que le confiere características organolépticas diferentes a la generada bajo sistemas intensivos de producción a base de grano, ya que la edad de sacrificio es mayor y con ello el color, la textura de la carne y su grado de magrés serán acordes al sistema de producción.

- **En síntesis.**

El éxito en el posicionamiento a futuro en el mercado interno de la carne de bovino nacional, en un mercado donde las opciones de productos de importación aumentarán, será el resultado de una acción coordinada entre la iniciativa privada constituida por todos y cada uno de los eslabones que integran la cadena alimentaria, así como la

acción eficiente y efectiva de las autoridades del ramo, construyendo el marco legal y normativo adecuado para su diferenciación así como respetando el derecho del consumidor a recibir información de todos y cada uno de los procesos implementados en su producción, procesamiento y comercialización.

EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y DOS DENSIDADES DE PLANTA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L).

Dra. Maribel Navarro Morones

Universidad Juárez del estado de Durango- Facultad de Agricultura y Zootecnia. Ejido Venecia Durango. México. e-mail. mabel_navarro81@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El algodón (*gossipyum hirsutum L*.) es uno de los cultivos económicos más importantes en el mundo Chen *et al* (2011). Además de la fibra se obtiene semilla, de la cual se extrae aceites comestibles y harinolina la cual se usa como alimento para el ganado. (Espinoza *et al*., 2009). El periodo 2009/2010 la producción de algodón se distribuyo de la siguiente manera: China fue el principal productor mundial en el mundo, con una participación de 32% le sigue la india con 23%; EE.UU; 12%; y Pakistán con 9%. La producción de México representa poco menos de 0.58% del total de la producción mundial. SAGARPA (2011). La producción estatal de algodón hueso en el 2009, se concentro en los estados del norte de país. Chihuahua, produce el 40% del total de algodón en México. En segundo y tercer lugar, se encuentra Baja California con el 25% del total, muy cerca Coahuila, con el 23%. Siguen en la lista, Durango y Sonora, con 6% cada uno. Sin embargo, la industria textil en México, demanda más de 1 000 000 Mg de fibra de algodón anualmente; de manera que, solo el 19% de fibra se produce en México y el resto se importa de otros lugares (Sánchez *et al*., 2007).

La región Lagunera se ubica en los estados de Coahuila y Durango, donde el algodón es un cultivo de gran tradición e importancia por su alto impacto económico y social. En la Comarca Lagunera se generan millones de toneladas de estiércol bovino aproximadamente 925,000 toneladas (Figueroa *et al*., 2010) cada año en base seca a consecuencia de las actividades agropecuarias.

Esto permite plantear la posibilidad de su utilización en la agricultura, lo cual permitiría reducir costos de producción y niveles de contaminación. El estiércol bovino mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Quiroga *et al.*, 2011), incrementa el rendimiento y calidad de las cosechas (Matsi *et al*., 2003; Lithourgidis *et al*., 2007; Yolcu *et al.*, 2010). El objetivo del presente trabajo fue Conocer el mejor rendimiento y la mejor calidad de fibra en el cultivo de algodón. Así como: determinar la mejor dosis de estiércol bovino para la producción de algodón en la comarca lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

.

El experimento se realizó en el ciclo de primavera-verano del año 2011 y 2012, en la región Mexicana conocida como la Comarca Lagunera. Esta región se localiza en la parte central del norte de México. El sitio de estudio fue el campo agrícola de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (CAE-FAZ-UJED). Este sitio se encuentra ubicado en el Km. 28 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, a inmediaciones del ejido Venecia, Municipio de Gómez Palacio, Dgo. México.

V**ariables evaluadas y análisis estadístico**

Las características del suelo que fueron evaluadas son las siguientes: conductividad eléctrica (CE), pH, materia orgánica (MO) y nitrógeno inorgánico. Esas variables se midieron a tres profundidades del suelo: 0 a 7.5, 7.5 a 15 y 15 a 30 cm, respectivamente. Dichas variables se evaluaron antes de sembrar el cultivo y después de la cosecha. En el cultivo se evaluaron las siguientes variables: calidad de la fibra (longitud, resistencia, micronaire, uniformidad, elongación), así como el rendimiento total de algodón en hueso que incluye la semilla (Mg ha^{-1}).

Tratamientos

Se establecieron parcelas de 4 m de ancho por 4 m de largo con tres repeticiones. Fueron un total de 30 parcelas experimentales para evaluar los tratamientos siguientes: Factor A (densidad de siembra) A1= 120000 plantas ha^{-1} y A2= 240000 plantas ha^{-1}) Factor B (niveles de estiércol bovino), B1 = 0 Mg ha^{-1}, B2 = 40 Mg ha^{-1}, B3 = 80 Mg ha^{-1}, B4 = 120 Mg ha^{-1} y B5= fertilización sintética con la dosis recomendadas para esta región por el Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), de 120 y 60 kg ha^{-1} de N y P. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en franjas con tres repeticiones.

Aplicación de estiércol bovino solarizado

El estiércol se aplicó un mes antes de la siembra de acuerdo a las dosis señaladas para cada tratamiento, al cual se le hizo un análisis físico y químico.

Material genético, preparación del terreno y siembra

Se utilizó la variedad de algodonero DP 0935 BG/RR. Antes de la siembra se realizaron las siguientes labores en el terreno: barbecho a 30 cm de profundidad y rastreo antes de la aplicación de estiércol. Después se procedió a aplicar e incorporar el estiércol, de acuerdo a las

dosis señaladas por cada tratamiento. La siembra se hizo el 16 de Abril del 2011 el 4 de abril para el 2012 manera directa en el suelo seco. Se utilizó una distancia entre surcos de 20 cm para la población de 120000 plantas ha^{-1}. La distancia entre plantas fue de 41.6 cm para la población de 240000 plantas ha^{-1} y la distancia entre plantas fue de 20.8 cm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físicas y químicas

Se determinaron las características físicas y químicas del suelo antes de ser establecido el experimento a la profundidad de 0-30 cm y a tres profundidades de 0-7.5 de 7.5-15 y 15-30 cm, al final del primer ciclo 2011 y final del 2012.

El análisis físico y químico del suelo antes de que fuera establecido el experimento a la profundidad de 0-30 cm. los resultados fueron un pH de 7.7 que es ligeramente alcalino, una CE de 2.6 dS m^{-2} baja, un suelo bajo en materia orgánica 1%, y 15 mg L^{-1} de nitrógeno inorgánico, obteniendo un suelo de textura Franco arenoso.

Rendimiento 2011 y 2012

En el año 2011 los rendimientos de algodón hueso fueron superiores ($P \leq 0.05$) a los de 2012 (Cuadro 1), pero no hubo interacción de año. Mas sin embargo de acuerdo a la comparación de medias Tukey 0.05 para el factor dosis de estiércol los rendimientos más altos se registraron donde se aplicó abono orgánico, siendo los de 40 y 80 Mg ha^{-1} los mas altos rendimientos seguidos por los 120 y FS y en último lugar donde no se aplicó abono orgánico.

Para el factor densidad de plantas no se encontró diferencia significativa para ambos ciclos quien presento el mejor rendimiento fue la de 120,000 plantas ha^{-1} con 7.4 (2011) y 7.0 (2012) Mg ha^{-1}.

Según Palomo *et al* (2004), es normal que los rendimientos difieran entre años, debido a las diferencias ambientales (en lluvia y temperatura) prevalecientes durante el ciclo del cultivo. En este estudio, las unidades calor acumuladas (UC) durante el ciclo del cultivo (de abril a agosto) fueron similares (1719 UC en 2011, y 1758 UC en 2012), por lo que una de la causas más probables de las diferencias en rendimiento entre años es que en ambos años se aplicaron las mismas dosis a los tratamientos.

Cuadro 1. Promedio de rendimiento de algodón en hueso (Mg ha^{-1}). Entre ambos años de estudio 2011 y 2012. CAE-FAZ-UJED

Factor de variación		**Rendimiento de algodón Hueso (Mg ha^{-1})**
Año		
2011		7.0 a
2012		6.8 a
Dosis Mg ha^{-1}	DMS	**0.5964**
B1= 0		6.0 c
B2=40		7.4 a
B3=80		7.5 a
B4=120		7.0 b
B5= FS		6.7 b
Densidades (plantas ha^{-1})	DMS	**0.3306**
A1= 120 000		7.2 a
240 000		6.6 a
	DMS	**0.6345**

Calidad de fibra de algodón 2011 y 2012

La calidad de fibra que incluye la longitud, uniformidad y elongación no fue afectada por los niveles de estiércol aplicados y las densidades de plantas (Cuadro 2) para el 2011, sin embargo para el año 2012 la finura se vio afectada por el efecto dosis de estiércol, estos valores se encuentran por debajo de los estándares de calidad para este parámetro que van de este resultado coincide con lo reportado por Bednarz *et al* (2005) y Bednarz *et al* (2006), quienes mencionan que las altas densidades de población reducen la finura y calidad de la fibra, siendo mejor la densidad de 126,000 plantas ha^{-1}, este es un parámetro que puede ser afectado por las condiciones bióticas, y abióticas entre las que se encuentran las ambientales (Steglich *et al*., 2000), el manejo (Bednarz *et al*., 2000; Pervez *et al*., 2006., Saleem *et al*, 2010., Orozco *et al*., 2011) e incluso características genotípicas y fenotípicas de la planta (Hussain *et al*., 2008., Orozco 2011).

Cuadro 2. Comparación de Medias Calidad de la fibra para dosis de estiércol y densidades de siembra en el cultivo del algodón para la variedad DP 0935 BG/RR CA FAZ-UJED 2011 y 2012.

Niveles De estiércol (Mg ha^{-1})	**Longitud (pulgadas)**		**Resistencia (g/tex)**		**Finura (mic)**	
	2011	**2012**	**2011**	**2012**	**2011**	**2012**
B1= 0	1.08 a	1.14 a	28.50 a	28.42 a	4.47 a	3.11 a
B2= 40	1.12 a	1.17 a	28.32 a	28.35 a	4.35 a	2.79 ab
B3= 80	1.07 a	1.20 a	27.85 a	29.17 a	4.45 a	2.68 ab
B4=120	1.10 a	1.14 a	27.92 a	27.60 a	4.20 a	2.78 ab
B5= F.S (120-60-00)	1.00 a	1.17 a	28.38 a	28.37 a	4.41 a	2.61 b
Densidades						
A1=120,000 Plantas ha^{-1}	1.08 a	1.15 a	28.00 a	27.87 a	4.38 a	2.84 a
A2=240,000 plantas ha^{-1}	1.08 a	1.18 a	28.39 a	28.89 a	4.37 a	2.75 a

CONCLUSIÓN

Con base a los resultados obtenidos en la investigación, se concluye lo siguiente:

-Para rendimiento de algodón en hueso los tratamientos que mostraron mayor rendimiento fueron los de fertilización orgánica para el año 2011 el mejor fue el 80 Mg ha^{-1} en el 2012 fue el de 40 Mg ha^{-1}.

-Lo anterior indica que es posible sustituir parcial o totalmente el fertilizante sintético en el cultivo de algodón por estiércol, sin afectar el rendimiento

-La materia orgánica (MO) en el suelo se incrementó 2.11%; aumentó 44.5 mg kg^{-1} y la conductividad eléctrica (CE) se elevó 2.71 dS m^{-1}.

BIBLIOGRAFÍA

Bednarz C W, Nichols R L, Brown S M (2006). Plant Density Modifies Within-Canopy Cotton Fiber Quality CROPSCI. 46: 950–956. 10.2135/cropsci2005.08-0276.

Bednarz C W, Shurley W D, Anthony W S, Nichols R L (2005). Yield, Quality, and Profitability of Cotton Produced at Varying Plant Densities. Agron. J. 97: 235–240. 10.2134/agronj2005.0235.

Chen X., W. Guo., T. Zhang. 2011. Cotton osmotic in china. Plant omics journal. 46: 278-287.

Espinoza A., J.J., H. Salinas G., I. Orona. C. Y M. Palomo. 2009. Planeación de la Investigación del Inifap en la comarca Lagunera en base a la situación de mercado de los principales productos Agrícolas de la Región. Revista Mexicana De Agronegocios . Vol. XIII (24). 758-773. Torreón Coahuila México.

Figueroa V U, Cueto W J A, Delgado J A, Núñez H G, Reta S D G, Quiroga G H M, Faz C R, Márquez J L (2010). Estiércol de bovino lechero sobre el rendimiento y la recuperación en maíz forrajero. Terra Latinoamericana. 28:361-369.

Palomo G. A., A. Gaytan M; R. Contreras F;D. Reta Sánchez; y E. Gutiérrez R. 2004. Rendimiento y Calidad De Fibra de algodón en respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno. Terra Latinoamericana, Vol. 22, Núm. 3. Universidad Autónoma De Chapingo México pp299-305.

Quiroga G H M, Cueto W J A, Figueroa-Viramontes U (2011). Efecto del estiércol y fertilizantes sobre la recuperación de nitrógeno 15 y conductividad eléctrica.Terra Latinoamericana.29:201-209.

Sánchez E., M. S., M. A Castruita., P. Rangel., J.A Orozco V; Y A.V, Coronado; P. 2007. Producción De Algodón en doble y triple hilera por riego por goteo subsuperficial. Terra Latinoamericana. Vol. 25, Num. 2 , pp. 155-161.

SIAP-SAGARPA. (Servicio de Información Agroalim, muestreos y análisis. México, D. F. entaria y Pesquera- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351. Fecha de consulta: 15 de abril 203.

Yolcu H, Gunes A, Dasci M, Turan M, Serin Y 2010. The Effects of Solid, Liquid and Combined Cattle Manure Applications on the Yield, Quality and Mineral Contents of Common Vetch and Barley Intercropping Mixture. Ekoloji 75: 71-81.

CUANDO EL DATO DIRECTO NO NOS ALCANZA: PERCEPCIÓN REMOTA

Dr. Victor M. Rodríguez Moreno[1*], I.I.S. Jorge E. Mauricio Rubalcava[2], M.C. Arturo Corrales Suástegui[1], Dr. J. Saúl Padilla Ramírez[1]

[1]INIFAP. CIRNOC. Campo Experimental Pabellón. km 32.5 carretera Ags-Zac., Ap. 20, Pabellón de Arteaga, Ags. [2]PSP INIFAP. Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos. Campo Experimental Pabellón. km 32.5 carretera Ags-Zac., Ap. 20, Pabellón de Arteaga, Ags.
*Autor por correspondencia: rmoreno.victor@gmail.com

CONTEXTO GENERAL

La evolución en la arquitectura de los sistemas de cómputo va en paralelo con una característica distintiva, su capacidad de procesamiento de datos. Esta capacidad es intrínseca con el manejo de grandes volúmenes de datos de utilidad para caracterizar el dinamismo del uso del suelo y en transformar los paquetes de datos en información útil. Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's) han observado un auge igual de extraordinario y en paralelo, y se han convertido en una parte esencial para la mejora de los procesos de comunicación, visualización e intercambio de datos a través de dispositivos móviles. Las aplicaciones en los dispositivos móviles está despegando de una forma más acelerada de lo que lo hizo el propio internet, gracias a la convergencia de 3 y 4 G + redes sociales + video + VoIP + los dispositivos móviles, con capacidad mejorada. En su desarrollo, la arquitectura de datos se ajusta a un diseño conceptual y estructural, que se focalicen cubrir las demandas de información precisa por los productores. Per se constituyen un elemento clave para transformar el conocimiento en información útil y en reducir la brecha entre investigadores, productores, y tomadores de decisiones.

El uso y promoción de información útil fortalece los procesos de transferencia de tecnología, consolida la adopción de buenas prácticas en los sistemas de producción, así como que provee de índices de alertamiento ante la proximidad de eventos meteorológicos que podrían afectar el desarrollo de los cultivos. De acuerdo con Worral (1989) el número y tamaño de bases de datos que alimentan un Sistema de Información Geográfica (SIG) no debe limitarse. Ejemplos de éstas son: mapas temáticos, tabulados estadísticos, reportes técnicos, informes de investigación, y grandes bases de datos, por ej., de variables climáticas, modelos de respuesta hidrológica, índices topográficos, muestras de suelos, etc.

La percepción remota es la ciencia de obtener información a distancia de los objetos registrando su respuesta óptica al flujo radiante. Los sensores que miden esta respuesta, instalados en satélites, aviones, drones o dispositivos terrestres registran la tasa de energía reflejada o emitida por la cubierta del suelo. Según el origen de la fuente de iluminación, se clasifican en dos: activos y pasivos. Los sensores activos emiten su propio haz de energía que choca contra la superficie de contacto y regresa amplificada a la fuente emisora; por el tiempo y la fuerza de retorno se puede medir la respuesta de la cubierta del suelo al estímulo emitido. Los sensores pasivos miden la respuesta de la cubierta del suelo al estímulo de la energía solar una vez en contacto con el objeto.

INTERACCIÓN BASE DE DATOS - APPS

Los avances tecnológicos han alterado radicalmente el concepto tradicional de investigación y desarrollo. En esto confluye la rapidez tanto con la que se generan escenarios de modelado de datos que facilitan la toma de decisiones, como el proceso de transferencia de tecnología a los usuarios. En este esquema de dinamismo, las redes de valor agropecuarias y sus componentes, se muestran indecisos entre seguir con las prácticas de competencias y tecnologías del pasado, o en adoptar y aplicar las buenas prácticas recomendadas para el sistema de producción. Un componente importante en el proceso de toma de decisiones es que debe contarse con la información necesaria que permita aplicar criterios de análisis propios para identificar, por ej., la mejor ubicación del terreno donde se ubicaría la unidad de producción; los elementos espaciales de apoyo como la proximidad a las rutas de distribución del producto y vías de comunicación; el comportamiento de las variables climáticas mayormente relacionadas con el rendimiento de (l) (los) cultivo (s) a establecer, en especial índices ambientales de relevancia como unidades calor, lluvia anual y distribución de la lluvia; y en allegarse de información sobre como las interrelaciones en el espacio geográfico pueden derivar en combinaciones óptimas para el buen desarrollo del sistema de producción.

En un concepto tradicional, las bases de datos espaciales son representaciones de los fenómenos espaciales del mundo real y alimentan un SIG (Rigeaux, *et al*., 2002). Son una colección de datos interrelacionados almacenados en un ambiente de trabajo. Pueden ser desde un archivo hasta un conjunto de éstos almacenado en un dispositivo de almacenamiento, tal como un disco duro. De acuerdo con Rigeaux et al (2002) para acceder a estos archivos se deben involucrar a un manejador de bases de datos (*Data Base Management Software* -

DBMS), el cual interpreta la estructura de almacenamiento y controla el acceso a los datos almacenados (Figura 1).

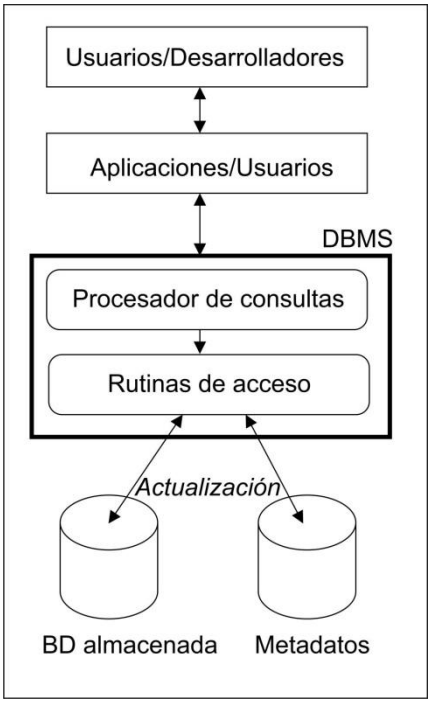


Figura 1. Esquematización de las interrelaciones usuarios, base de datos y DBMS

De la Figura 1, donde se destacan las secciones mayores de almacenamiento, diccionario de datos y su puesta a disposición de los usuarios. Un DBMS facilita el proceso de: definir la estructura de los datos; construir la base de datos; manipular la base de datos; consultar la base de datos y hacer extractos y consultas a la misma. Los conjuntos de datos pueden provenir de observaciones medidas directamente en el terreno o por métodos indirectos. De los datos directos, podemos mencionar que son los más precisos, y los que mejor caracterizan el fenómeno en estudio; sin embargo, la mayor problemática inherente tiene que ver con su representatividad espacial, la cuál está restringida al par coordenado donde se ubica, a su costo de adquisición, almacenamiento y envío a los centros de almacenamiento y distribución de datos. Los datos indirectos provienen de mapas temáticos obtenidos por la aplicación de técnicas de percepción remota como imágenes de satélite, fotografías aéreas, LiDAR (*Light Detection and Ranging*) terrestre y aéreo, globo sonda, y drone. Cada vez más un mayor número de aplicaciones para dispositivos móviles demanda datos sobre los que trabajar así como estructuras modulares para su almacén y manejo. En un escenario típico la app utiliza bases de datos anidadas bein local o en la nube de datos, y se conectan de manera remota

para su acceso. Esto implica que cualquier app, para ser responsiva, requiere de una conexión de red rápida y activa. La única limitante es la capacidad de procesamiento y almacenamiento temporal del dispositivo móvil.

TIPOS DE BASES DE DATOS

Existe una gama de bases de datos a las que acceder y analizar, y clasificarlas es una tarea difícil. Una propuesta sería englobarlas en cuatro categorías:

- Web y redes sociales; contenidos de la web e información que es obtenida de las redes sociales.
- M2M (*Machine-to-Machine*); son tecnologías que permiten conectarse a otros dispositivos a través de sensores que registran un dato en particular (temperatura, humedad del suelo, presión atmosférica, salinidad, etc.).
- *Big Transaction Data* (BTD); registros de facturación y telecomunicaciones.
- Biométricas; incluye huellas digitales, escaneo de retina, reconocimiento facial, etc.
- De origen humano; la información que guarda por ej., un centro de servicio por teléfono, notas de voz, correo electrónico, formatos de solicitudes de datos, etc.

De este modelo de clasificación, una característica común es el gran volumen de datos y de variables que involucran, y su velocidad de actualización. Cada una de estas bases de datos se asocia a una condicionante para el modelado de datos pues debe contar con dos insumos básicos: una interfaz de modelado acoplada a las condiciones del área a caracterizar, y series históricas de datos; por ejemplo del clima. En perspectiva, se puede aplicar un criterio de agrupación a los datos en el que se tome a cuenta su origen. Se proponen cuatro categorías:

- Datos primarios; son datos medidos directamente en el terreno o bien sobre el objeto de estudio; por ej., hojas
- Datos secundarios, son datos primarios convertidos a un formato más accesible; por ej., incidencia de plagas y enfermedades
- Datos cercanos, los cuáles aunque no corresponden con los datos soporte del estudio, si están relacionados; por ej., captura de moscas en áreas cercanas a la parcela del productor.

- Datos remotamente adquiridos, aquellos obtenidos del objeto sin corresponder directamente al mismo sino en respuesta al estímulo radiante; por ej., índices espectrales.

MÉXICO Y LA CULTURA DE REGISTRO DE DATOS

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN), con 139 años de historia, es uno de los servicios más antiguos que ha estado operando de manera ininterrumpida (Comisión Nacional del Agua, 2012). Sin embargo, la modernidad que alcanzó los sistemas de monitoreo de la Atmósfera a partir de la puesta en órbita del primer satélite artificial, ha permeado en que otras instituciones se asocien en esta tarea de registrar el comportamiento de las variables meteorológicas, con el fin de coadyuvar en la caracterización del uso del suelo en México, un país mega diverso. Tal es el caso del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que actualmente administra y provee de datos meteorológicos de seis variables cada 15 minutos de más de 1301 Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA), (Figura 2).

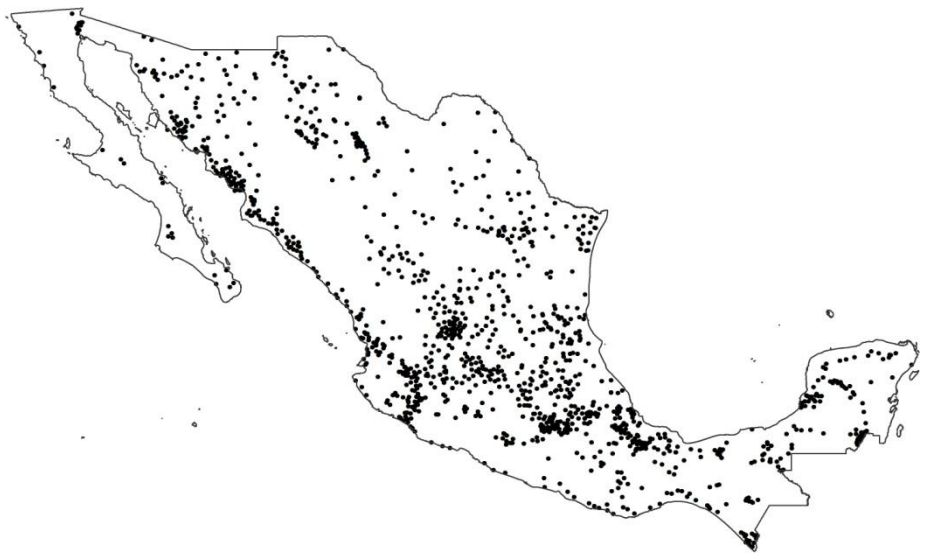


Figura 2. Distribución geográfica de la Red Nacional de Estaciones Agrometeorológicas Automáticas (RNEAA)

Las EMA´s que integran la RNEAA registran los datos de las variables meteorológicas fundamentalmente relacionadas con el rendimiento de los cultivos. Cada quince minutos la EMA genera un paquete de datos en formato texto, que contiene los registros de: temperatura del

aire a 2 m (ºC), lluvia (mm), humedad relativa (%), radiación global (w/m^2) y velocidad y dirección del viento (km/h). Estos paquetes son enviados al centro de distribución, almacenamiento y procesamiento de datos en las instalaciones del Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos (LNMySR). Los paquetes de datos son sometidos a pruebas de calidad de datos para detectar datos poco plausibles y eliminarlos, antes de ponerlos a disposición de los usuarios. A la fecha del presente, 583 EMA´s del universo total transmiten los paquetes de datos con un retraso menor a 24 h. Como un ejemplo de grandes bases de datos (*Big Data*), la base de datos meteorológicos contiene 11MM de datos (once mil millones de registros) y un tamaño aproximado de 516 Gb. A través del portal web http://clima.inifap.gob.mx/lnmysr se pueden realizar consultas en línea, así como descargar las bases de datos históricas en formato .XLS

SERVICIOS WEB Y DESARROLLO DE APPS

Ajustado a seguir una política de datos abiertos y a promover el uso y aprovechamiento de los datos meteorológicos, el LNMySR mantiene en línea los productos y servicios derivados del quehacer de transformar las grandes bases de datos en información útil y la pone a disposición de productores, investigadores y tomadores de decisiones. Es en este contexto y conscientes del enorme dinamismo en el mercado de dispositivos móviles en México, el LNMySR reduce la brecha de comunicación con los usuarios que demandan datos meteorológicos y a través de desarrollos programáticos los pone a su disposición para su consulta. Para esto, se han desarrollado utilerías WSDL (*Web Services Description Language*) para compartir las bases de datos depuradas, así como varias aplicaciones a través de las cuáles se facilitan las consultas y se comparte la información a través del servicio de mensajería de preferencia del usuario.

ENSAMBLE DE BASES DE DATOS REMOTAMENTE ADQUIRIDAS Y DATOS DIRECTOS

Partiendo del concepto de que un mapa es una representación gráfica, abstracta y generalizada del mundo real, en la práctica es imposible capturar en su totalidad la complejidad de procesos que interactúan en la cubierta de uso del suelo. De lo que no cabe duda es que el espacio geográfico está sometido a cambios constantes y la influencia de factores externos da pie a que sea necesaria la colocación de varios sensores en tierra. La escala del espacio geográfico es un factor determinante en los procesos climáticos. El mayor desafío es diseñar modelos climáticos que mejor caractericen el mundo real e incluyan el escalamiento de las observaciones.

En estas funciones de escalamiento, el área de influencia de las estaciones es determinante. Tradicionalmente, la representatividad de una estación está dada por la relación que describe la similitud de sus observaciones a las de otra estación, expresadas como función de la distancia entre las dos estaciones. Por ejemplo, queremos encontrar la tasa de decremento en el valor de correlación entre la lluvia y la distancia entre un par de estaciones. Para lograr esto podemos generar una gama de modelos hidrológicos de respuesta local, regional o nacional; o producir mapas temáticos de representatividad para cada estación. De acuerdo con Orlowsky y Seneviratne (2016), basar la caracterización regional del clima en la representatividad de una estación tiene dos desventajas visibles. La primera es que la agregación espacial es muy grande y los datos registrados no alcanzan para ser escalados; la segunda es porque solo se tiene un dato por estación y la región es extensa si se considera el número de procesos y de intercambio que suceden en la cubierta del suelo.

WRF. WEATHER, RESEARCH & FORECASTING

WRF es un sistema de generación de pronósticos numéricos del clima diseñado para investigación atmosférica y pronóstico numérico operacional. Integra dos núcleos dinámicos, un sistema de asimilación de datos y una arquitectura que facilita el cálculo en paralelo y un sistema de integración de módulos. Las salidas de WRF son simulaciones basadas bien en datos reales (observaciones y análisis) o en condiciones idealizadas. La fortaleza más notable de WRF es el ensamble de Filtro Kalman, el cual combina la asimilación de datos y el pronóstico de la condición bajo estudio. La extensión territorial de México es distintiva de biodiversidad en recursos genéticos y en climas. A través del módulo ARW (*Advanced Research* WRF), es quee en el LNMySR se evalúan las capacidades para producir los pronósticos del clima a corto plazo en un dominio de salida de 13 km (dx=13 km); dominios y resoluciones de salida más finas están a prueba con muestras de datos, debido a circunstancias de infraestructura instalada.

Para dar cobertura al territorio nacional, se requiere sobreponer una matriz cuadrada de 46, 299 elementos; esta matriz representa a una cobertura geográfica de +8.4M de km2 de superficie (Figura 3).

El espaciamiento regular de los centroides de la matriz, permite dar seguimiento al dinamismo del uso del suelo en el país. Los datos asociados al centroide son 16 variables: granizo (grande y pequeño), temperatura del aire (máxima, mínima, promedio, y de punto de rocío), lluvia,

humedad relativa (mínima, máxima y promedio), temperatura del suelo (0-10 y 10-40 cm), humedad del suelo (0-10 y 10-40 cm), velocidad y dirección del viento.

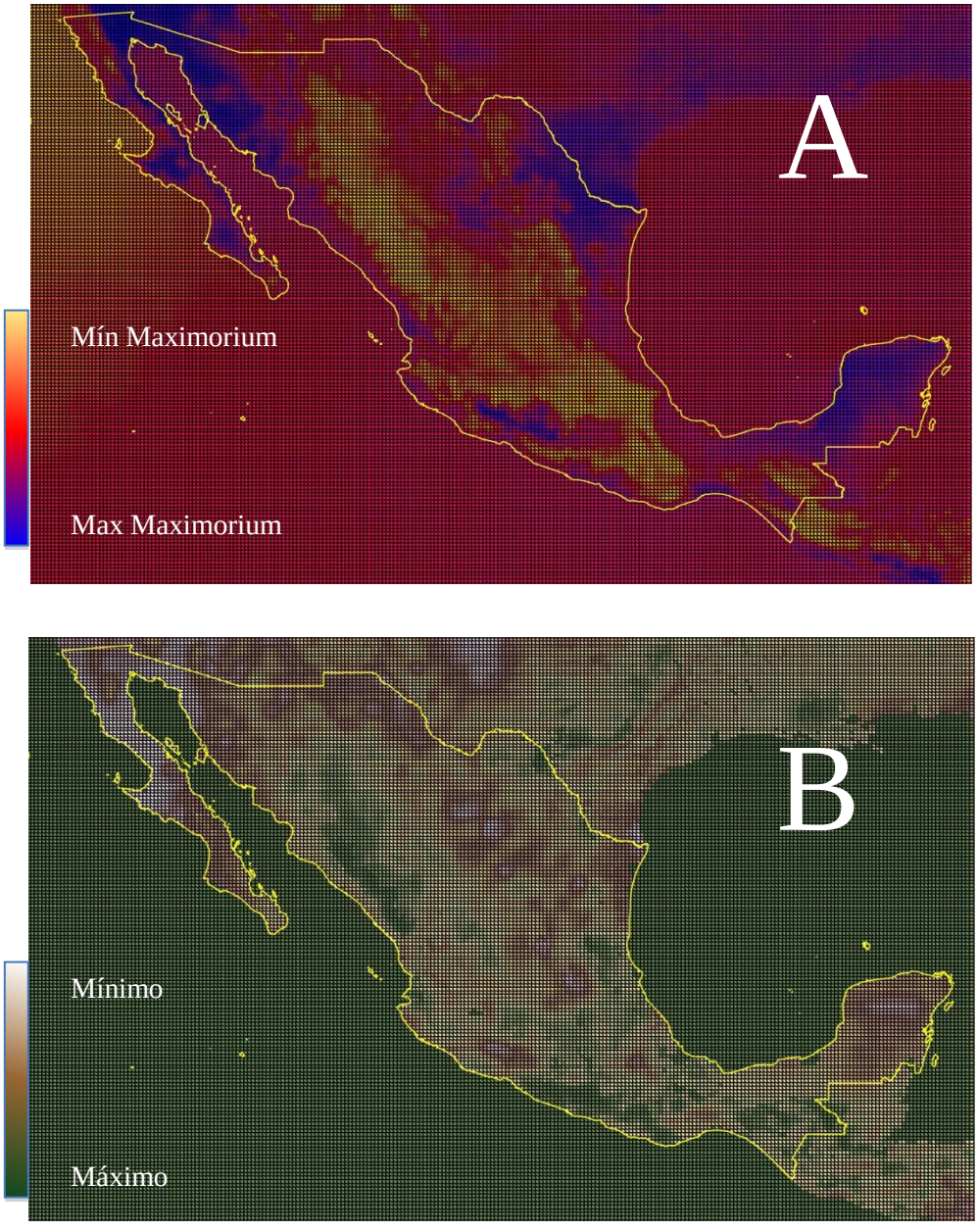


Figura 3. Matriz cuadrada de salida de ARW; A. Temperatura máxima esperada; B. Humedad del suelo de 0-10 cm

Uno de los aspectos primordiales de trabajar con datos directos e indirectos es que las salidas del modelo se acerquen lo más posible a caracterizar el mundo real. En la Figura 4 se muestra la matriz de salida de ARW y la ubicación de las EMA`s.

La ubicación de las estaciones en campo (símbolos en color negro) son de utilidad para validar las salidas del modelo. El esquema de validación de datos es punto a punto. La validación de datos punto a punto (centroide de salida del modelo vs. datos coordenados de la EMA) ha permitido generar parámetros de calibración de utilidad para mejorar las salidas de ARW y ajustarlas a una regionalización del terreno. En esta metodología, se han conseguido validar los datos de temperatura del aire y precipitación con una precisión mejor a 83% y 63%, respectivamente.

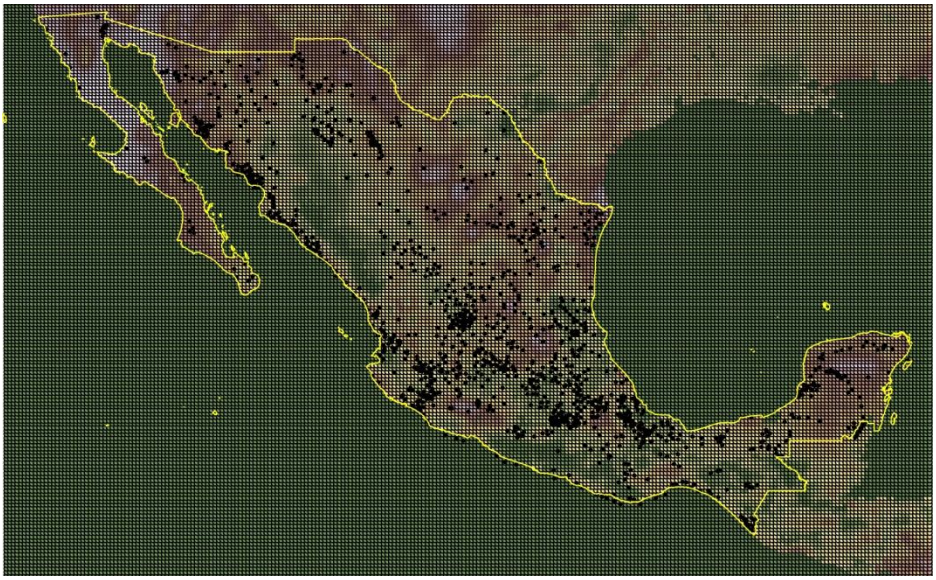


Figura 4. Esquematización del modelo de ensamble de datos

PERSPECTIVAS

- Mejora de las soluciones de salida a una resolución de 2, 4, y 5 km
- Mejora del modela de validación de datos pasando del actual punto a punto a área de respuesta homogénea, vs pixel de salida del modelo.
- Extender el número de EMAS para mejorar la cobertura del territorio nacional
- Aumentar el número de sensores en la EMA para incluir los relacionados con el registro de la presión barométrica.
- Aumentar el número de desarrollos programáticos para dispositivo móviles.
- Mejorar los procesos de comunicación entre los usuarios que demandan datos del clima y los desarrolladores de apps.

BIBLIOGRAFÍA

Rigeaux, P., Scholl, M., & Voisard, A. 2002. Spatial databases with application to GIS. Academic Press

FAO. 2015. Coping with climate change – the roles of genetic resources for food and agriculture. Rome.

Orlowsky, B y Seneviratne, S.I. 2016. Assessing the spatial representativeness of weather stations and fluxnet sites http://www.icos-infrastructure.fi/sites/ileaps.org/files/sci_conf_book/pdf/20110415103008_abstract_orlowsky-seneviratne.pdf [Consulta: 01-Ago-2016]

IMPACTO DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO, COMPLEJO *Melanaphis sacchari/sorghi* (HEMIPTERA:APHIDIDAE) EN LA AGRICULTURA MEXICANA

Rebeca Peña-Martínez

Maestra Emérita, IPN. Prolongación Aldama 188 M1 C55, Misiones de la Noria, Xochimilco, D:F: CP 16010. rebekapena@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los áfidos o pulgones son insectos muy pequeños (2 mm en promedio). Pertenecen al orden Hemiptera y la Superfamilia Aphidoidea. Son exclusivamente fitófagos y en ocasiones imperceptibles por presentar coloraciones semejantes a las plantas en las que habitan; sin embargo, son notables cuando las densidades poblacionales son altas y la producción de mielecilla los hace evidentes. Los tipos de daños que causan que pueden ser directos por succión de savia, excreción excesiva de "mielecilla" y, en algunos casos, inyección de toxinas; los daños más importantes son de tipo indirecto por transmisión de virus fitopatógenos.

La importancia de los pulgones como plagas y como vectores, deriva del mal manejo que el hombre ha hecho de los agroecosistemas, abusando de los monocultivos extensivos y del uso de plaguicidas que han favorecido el desarrollo de resistencia, la muerte de enemigos naturales (afidófagos) además de dañar al hombre mismo y al ambiente.

El pulgón amarillo del sorgo (PAS).

La llegada a México de lo que se conoce como el pulgón amarillo del sorgo (PAS), *Melanaphis sacchari* (Zethner), nombre que le ha sido asignado por los entomólogos norteamericanos ha sido un evento desafortunado, que pudo provenir de varias direcciones. Aun cuando el primer registro formal en México es el de Rodríguez del Bosque y Terán (2015) se tenía noticia de su llegada a Texas, EUA, desde el 2013 Villanueva *et al.* (2014). Por mi parte recibí fotografías digitales de muestras provenientes de Córdoba, Veracruz, colectadas sobre caña de azúcar, *Saccharum officinale*, en noviembre del 2010.

Aparentemente las poblaciones más importantes ingresaron al país provenientes de Texas, por el norte de Tamaulipas, dónde en el 2014 se registraron pérdidas del 100% de la cosecha en algunos municipios como Méndez, las poblaciones se dispersaron rápidamente a otros estados.

El PAS, es una especie invasora y el insecto plaga más importante del cultivo del sorgo, *Sorghum bicolor* (L.), en México; ampliamente distribuido en los estados de: Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (25 entidades) SENASICA 2014, 2015, 2016).

Sumatoria de sorgo de grano, sorgo forrajero verde y sorgo escobero

Ubicación	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
	(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	($/Ton)	(Miles de Pesos)
Total	2,117,241.33	2,055,359.06	11,063,266.79	29.41	9,352.00	20,534,754.69

Los daños causados al momento (Septiembre 2016) no se han cuantificado de manera precisa, aunque las estimaciones les asignan valores del 30 al 70%. Esto equivale a pérdidas en los niveles de miles de millones de pesos.

La estrategia SENASICA 2014, 2015 y 2016 se incluye la realización de muestreos, el control de focos de infestación, la eliminación de socas y hospedantes alternantes, control biológico, control químico, trampeo, divulgación y capacitación.

En 2016 se tiene programado la continuidad de las acciones realizadas para lograr la reducción de los niveles de infestación del Pas con un monto cercano a los 80 millones de pesos a través del "Manejo fitosanitario del sorgo" para atender la problemática ocasionada por dicha plaga, esto significa que sólo se invierte el (.00038%) del valor de la producción para las acciones de control.

La identificación y el conocimiento de los ciclos de vida de los áfidos o pulgones y sus formas es importante para determinar de qué manera una especie podría dañar al cultivo y así supervisar y mejorar las medidas de control. Los datos que existen a la fecha sobre la identidad precisa, el origen y el ciclo biológico del complejo *M. sacchari/sorghi*, una de las principales plagas del sorgo en México, a la fecha, son insuficientes y contradictorios.

Peña-Martínez *et al.* (2015) tomando en cuenta la controversia taxonómica con respecto al grupo de especies o biotipos que pueden estar involucrados, así como la de información biológica deficiente, han preferido mantener al momento la identidad de estos organismos como

"complejo *M. sacchari/sorghi*"; asimismo, refieren que dicho complejo se hospeda en 23 géneros de poáceas cultivadas y silvestres en el ámbito mundial, de los cuales 18 están presentes en México. Asimismo, Peña-Martínez *et al.* 2016 dan a conocer la presencia de las formas sexuales, de lo que en términos generales ha sido designado como "pulgón amarillo del sorgo" en México, a partir de recolectas realizadas en tres estados del país (Guanajuato , Sinaloa y Querétaro).

Evidentemente el impacto del PAS sobre el cultivo de sorgo y en términos económicos para la agricultura del país en general serán de gran magnitud, ya que el PAS es sólo una parte de una enorme red trófica formada tanto por el sorgo y los pulgones, no sólo el PAS, sino otras especies que se encuentran en Poáceas aledañas al cultivo asociados a una gran cantidad de enemigos naturales, lo mismo que otros elementos del agro-ecosistema como pueden ser las abejas, que normalmente acuden a pecorear sobre la mielecilla que producen los pulgones. Las aplicaciones de productos químicos incluyen principalmente insecticidas que contienen neonicotenoides, los cuales tiene efecto sobre las abejas, por lo cuál es necesario continuar estudios taxonómicos y moleculares, biológicos y ecológicos del PAS en diversas áreas del país.

BIBLIOGRAFÍA

Peña-Martínez, R., A. L. Muñoz, G. Ramos y R. Terrón. 2015. Listado de plantas hospedantes del complejo *Melanaphis sacchari/sorghi* (Hemiptera: Aphididae, registros internacionales y potenciales en México. Entomología Mexicana, Vol. 2: 582-587 (2015).

Rebeca Peña-Martínez, Ana Lilia Muñoz-Viveros, Rafael Bujanos-Muñiz, Javier Luévano-Borroel, Fernando Tamayo-Mejia, Edgardo Cortez-Mondaca. 2016. Formas Sexuales del Complejo Pulgón amarillo del Sorgo (Hemiptera: Aphididae) en México. Southwestern Entomologist. Vol. 41 (1):127-131

Rodríguez del Bosque, L.A. and A. Terán. 2015. *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae). A new sorghum insect pest in México. Southwest Entomol, 40 (2): 433-434.

SENASICA. 2014. Pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica, no 43, 15 p.

SENASICA, 2015. Acciones contra el pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari)* en México. Circular No. 101. México, D.F. Documento de trabajo. 7 p.

SENASICA, 2016. Acciones contra el pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari)* en México, SENASICA 4Pulgón amarillo del sorgo PDF www.

Villanueva, S. R. T., S. Armstrong, D. Sekula-Ortíz, G. Esparza-Díaz, and V. Maya. 2014. Status of the sugarcane aphid *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) in México and the U.S. 2013-2014. Memorias XXXVII Congreso Nacional de Control Biológico. Mérida, Yucatán, México, 6-7 Noviembre de 2014.

PATRONES ALTERNATIVOS DE CULTIVOS FORRAJEROS CON MEJOR ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

David Guadalupe Reta Sánchez [1*], Héctor Mario Quiroga Garza[1], J. Santos Serrato Corona

[1]Campo Experimental La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Blvd. José Santos Valdez 1200. Col. Centro. 27440, Cd. Matamoros, Coahuila. Tel. 01-800-088-2222 Ext. 82415. [2]Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Domicilio Conocido, Ej. Venecia, Dgo. Apdo. Postal 1-142. Gómez Palacio, Dgo.
*reta.david@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La producción intensiva de leche de ganado bovino es una de las principales actividades económicas del sector agropecuario en la Comarca Lagunera. Estos sistemas de producción dependen de forrajes producidos bajo irrigación tales como alfalfa, maíz, sorgo y avena. Sin embargo, problemas como una baja disponibilidad de agua, salinidad en el suelo, altas temperaturas ambientales y un limitado número de especies forrajeras limitan la producción de forraje en esta región (**Reta *et al*., 2008**).

Otro factor adverso que afecta la producción de forraje es el cambio climático global, debido al incremento continuo de la temperatura y la ocurrencia de periodos de sequía más prolongados, situación que se agravará en la próximas décadas (**IPCC, 2007**; **Salinger, 2005**). Diferentes modelos de circulación general predicen que la temperatura media global incrementará 0.3 °C por década, alcanzando aproximadamente entre 1 y 3 °C superiores a los valores actuales para los años 2025 y 2100, respectivamente (**Abrol e Ingram, 1996**).

Los niveles actuales de temperatura máxima diurna y nocturna durante los ciclos de primavera y verano en la Comarca Lagunera provocan estrés por altas temperaturas en los cultivos. La comparación de las temperaturas ocurridas de 1975 a 1994 con las del período de 1995 a 2015, indica que en los últimos 21 años hubo incrementos en las temperaturas máximas (1.19 °C) y medias (1.51 °C) durante el ciclo de primavera, mientras que en el ciclo de verano los incrementos fueron de 0.89 y 1.01 °C, respectivamente. En la región el maíz forrajero es el principal cultivo que presenta problemas por efecto de altas temperaturas, ya que durante los últimos 40 días del ciclo de primavera y los primeros 50 días del ciclo de verano, ocurren temperaturas máximas superiores a 35 °C y temperaturas nocturnas de 28 a 30 °C (**Santamaría *et al*., 2006**; **INIFAP, 2016**), las cuales rebasan ampliamente los valores óptimos para el maíz, que oscilan entre 20 y 25 °C en temperaturas máximas y de 15 a 20 °C en temperaturas medias (**Bannayan *et al*., 2004**).

También como parte del cambio climático, se espera una mayor irregularidad en precipitación, con una disminución significativa en algunas regiones del mundo, entre estas probablemente la región semidesértica del Norte-Centro de México. En la Comarca Lagunera, los datos de precipitación registrados en los períodos de 1971 a 1992 y de 1993 a 2011, indican que en los últimos 18 años el promedio anual se redujo de 248.7 a 199.5 mm (**Santamaría *et al*., 2006**; **INIFAP, 2016**). De acuerdo con los modelos globales del clima, esta tendencia probablemente continuará, y definitivamente el agua disponible para el riego y recarga de acuíferos disminuirá; y probablemente las condiciones de altas temperaturas ambientales combinadas con deficiencias de humedad afectarán en forma importante la productividad de los cultivos durante los ciclos de primavera y verano.

Una alternativa a corto y mediano plazo para mitigar los efectos del cambio climático, es integrar nuevas especies forrajeras y el desarrollo de nuevos sistemas de producción con potencial para incrementar la productividad del agua (PA), y la producción del forraje en períodos del año con menor estrés por alta temperatura y requerimientos de agua. El objetivo de este trabajo fue desarrollar patrones de cultivo forrajeros alternativos con mayor adaptación al cambio climático en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó entre 2004 y 2015 en el Campo Experimental La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, localizado en Matamoros, Coahuila, México (25° 32’ N, 103° 14’ W y 1,150 msnm). En la primera etapa se identificaron especies alternativas con potencial forrajero para las condiciones ambientales de la Comarca Lagunera. En la segunda etapa se inició la generación de tecnología de producción para las especies sobresalientes, y se estudió su integración a los sistemas de producción forrajeros de la región. En la tercera etapa se desarrollaron sistemas de producción alternativos con doble cosecha en otoño-invierno y una en primavera, para así concentrar la producción de forraje en períodos del año con la menor temperatura y evapotranspiración. La productividad de los cultivos y patrones de cultivo evaluados se midió en términos de rendimiento de materia seca (MS) y nutrientes, composición química del forraje, productividad del agua (PA) y costos de producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Patrones de cultivos anuales convencionales

Los principales patrones de cultivo con especies anuales establecidos para los ciclos de primavera, verano y otoño-invierno son maíz- maíz-avena y sorgo-sorgo-avena, y en menor grado maíz-avena. El patrón de cultivos con mayor productividad generalmente es maíz-maíz-avena, el cual produce rendimientos anuales hasta de 40 t ha^{-1} de MS, 3,689 kg ha^{-1} de proteína cruda (PC) y de 234,104 MJ ha^{-1} de energía neta para lactancia (EN_L), con una lámina de riego similar a la de alfalfa (2.0 m). Además, se obtienen valores de PA por m^3 de 2.0 kg de MS, 0.18 kg de PC y 11.46 MJ para EN_L **(Reta *et al*., 2010**).

Especies forrajeras alternativas y su incorporación en sistemas de producción

En trabajos de investigación realizados en la Comarca Lagunera de 2004 a 2011 se encontró que para el ciclo otoño-invierno sobresalieron por su rendimiento, composición química y precocidad la canola (*Brassica napus* L.), chícharo (*Pisum sativum* L.) y cártamo (*Carthamus tinctorius* L.); mientras que en primavera-verano, la soya (*Glycine max* L. Merr.) y el kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) fueron sobresalientes. También en este trabajo se encontró que las especies que ofrecen mayores oportunidades son las que resultaron sobresalientes en el ciclo otoño-invierno, debido a su alto contenido proteico (Cuadro 1) y al hecho de que las pérdidas de agua por evapotranspiración en ésta época del año son menores (**Reta *et al*., 2008**).

Cuadro 1. Ciclo de crecimiento, composición química y rendimientos de material seca (MS) y nutrientes de especies forrajeras convencionales y alternativas en la Comarca Lagunera.

Cultivos	Ciclo	PC†	FDN	EN_L	Rendimiento		
	(días)	%	%	Mcal kg^{-1} MS	MS t ha^{-1}	PC t ha^{-1}	EN_L Mcal ha^{-1}
Avena	117	11.5	58.4	1.36	8.8	1.0	11,952
Canola	72	18.4	40.7	1.41	7.0	1.3	9,845
Cártamo	91	17.1	49.3	1.25	7.4	1.3	9,308
Chícharo	109	15.0	49.0	1.14	8.7	1.3	9,918
Kenaf	74	17.6	51.4	1.08	6.2	1.1	6,696
Soya	110	17.4	46.4	1.44	8.5	1.5	12,240
Maíz	107	6.8	45.5	1.52	19.4	1.3	29,488
Sorgo	107	5.6	57.2	1.30	16.9	0.9	22,025

†PC = proteína cruda; FDN = fibra detergente neutro; EN_L = energía neta para lactancia.

En trabajos posteriores se evaluó la incorporación de las especies alternativas sobresalientes en los sistemas de producción forrajeros. Los resultados indican que la incorporación de canola en los patrones de cultivo con maíz y sorgo en primavera y verano (canola-maíz-maíz y canola-sorgo-sorgo) permite una producción adicional de 28 a 34% en PC sin disminuir los rendimientos de MS y EN_L respecto al sistema tradicional maíz-maíz-avena. La incorporación de soya en el patrón alternativo soya-maíz-avena, incrementó en 26.3% la producción de PC anual respecto al patrón tradicional maíz-maíz-avena; sin embargo, debido al menor rendimiento de MS de la soya en primavera respecto al maíz, los rendimientos de MS y EN_L del patrón alternativo se redujeron en 19.6 y 21.8%, respectivamente (**Reta *et al*., 2011; Reta *et al*., 2015b**). A pesar de esta desventaja, debido a la alta composición nutricional del forraje de soya (Cuadro 1) puede ser conveniente su utilización en la región para mejorar la calidad de las raciones para el ganado bovino lechero.

Patrones de cultivo con doble cosecha en otoño-invierno

En estudios realizados entre 2012 y 2015, se desarrollaron nuevos patrones de cultivo forrajeros con doble cosecha en otoño-invierno y una en primavera. Estos patrones consisten en el establecimiento de canola en otoño, la cual es una especie precoz (70-90 días) que permite realizar una segunda siembra en invierno con triticale, cebada, trigo o cártamo. Posteriormente, en el ciclo de primavera se produce maíz forrajero. En el ciclo de verano no se establece cultivo (**Reta *et al*., 2015a**).

Como resultado de la mayor precocidad de los cultivos alternativos, el ciclo de los nuevos patrones (268-282 días) fue más corto que el de los tradicionales (320-323 días); además, debido a que dos de las especies se desarrollaron en el ciclo otoño-invierno, la evaporación potencial y la lámina de riego requerida en los patrones alternativos fue menor respecto a los patrones tradicionales, ahorrándose entre 23 y 32 cm de lámina de riego anual. En comparación al patrón testigo avena-maíz-maíz, todos los patrones alternativos presentaron mayores rendimientos de PC (15.7-22.3%). De estos patrones alternativos, los que obtuvieron mejores resultados fueron los que incluyeron cebada y triticale en invierno, con rendimientos de MS entre el 92 y 94% del producido en el patrón testigo y de 87 a 91% en EN_L. El patrón con cártamo en invierno sobresalió por su mayor rendimiento de PC, pero en MS y EN_L obtuvo 15% y 20% menos de rendimiento que el testigo, respectivamente (**Reta *et al*., 2015a)** (Cuadro 2).

Cuando se estimó la productividad del agua (PA), es decir la producción de MS, PC y EN_L por m^3 de agua aplicada en los cultivos, se observa que en los patrones alternativos, los valores de PA para la producción de MS (1.90 a 2.01 kg m^{-3}) y PC (0.196 a 0.217 kg m^{-3}) fueron superiores

a los obtenidos en el patrón testigo avena-maíz-maíz (1.85 y 0.147 kg m^{-3} para MS y PC, respectivamente); mientras que en la producción de EN_L, los valores (2.90 a 3.13 Mcal m^{-3}) fueron similares al testigo (3.01 Mcal m^{-3}) (**Reta *et al*., 2015a)**.

Cuadro 2. Ciclo de crecimiento, requerimientos de agua y rendimientos de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y energía neta para lactancia (EN_L) en patrones de cultivos tradicionales (T) y alternativos en la Comarca Lagunera.

Patrón de cultivos	Ciclo (días)	Ep† (cm)	Lámina de riego (cm)	Rendimientos		
				MS (t ha^{-1})	PC (t ha^{-1})	EN_L (Mcal ha^{-1})
Av-Mz-Mz (T)	320	177	204	40.1	3.2	65,200
Av-Sr-Sr (T)	323	177	200	42.6	2.9	56,169
Cn-Cb-Mz	277	154	181	37.9	3.7	59,112
Cn-Tcl-Mz	282	157	179	36.8	3.8	56,756
Cn-Ctm-Mz	268	148	172	34.2	3.9	52,255

†Ep = evaporación del tanque evaporímetro; Av = avena; Mz = maíz; Sr = sorgo; Cn = canola; Cb = cebada; Tcl = triticale; Ctm = cártamo.

Los patrones de cultivos alternativos tuvieron un menor costo de producción por hectárea (9.9%) que el del patrón tradicional avena-maíz-maíz, que fue de $75,300 pesos. Todos los patrones alternativos tuvieron ventajas de menor costo por unidad de producción de MS y/o nutriente del forraje, sobresaliendo principalmente en la producción de PC, en la que se alcanzan ahorros de $5.19 a $6.13 pesos por kilogramo de PC producido. También se observaron ventajas en la producción de MS, pero sólo en los patrones con cebada y triticale, que tuvieron ahorros de 9 y 4 centavos por cada kilogramo de MS producida, respectivamente. En el patrón con cártamo, el costo de producción de MS fue superior al patrón tradicional en 10 centavos por kilogramo de MS. En la producción de EN_L, solamente el patrón canola-cebada-maíz presentó un costo por mega caloría producida similar al del patrón tradicional; los otros patrones, canola-triticale-maíz y canola-cártamo-maíz, tuvieron un costo superior al testigo en 5 y 15 centavos por mega caloría, respectivamente **(Reta *et al*., 2016)**.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que la ubicación de la producción de forraje en otoño-invierno y primavera, así como la incorporación de especies con alta productividad del agua mejora la eficiencia y reduce costos de producción en los sistemas de producción forrajeros. Esto puede

representar el desarrollo de sistemas de producción alternativos que permitan mantener y/o incrementar la producción y calidad de forraje con una mayor productividad del agua y la posibilidad de una mejor adaptación al cambio climático debido a la ubicación de la producción en un periodo del año con menor estrés por altas temperaturas y menor demanda de agua.

BIBLIOGRAFÍA

Abrol, Y.P. and K.T. Ingram. 1996. Effects of higher day and night temperatures on growth and yields of some crop plants. *In*: Bazzaz, F., W. Sombroek (Eds). Global climate change and agricultural production: Direct and indirect effects of changing hydrological, pedological and plant physiological processes (pp. 123-140). West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd.

Bannayan, M., G. Hoogenoom, and N.M.J. Crout. 2004. Photothermal impact on maize performance: a simulation approach. Ecol. Model. 180:277-290.

INIFAP. 2016. Campo Experimental Pabellón. Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos. INIFAP-SAGARPA. Disponible en: htttp//clima.inifap.gob.mx/lnmysr.

IPCC. 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Pachauri, R.K. y A. Reisinger (eds). Ginebra, Suiza. 104 p.

Reta S., D.G., H.M. Quiroga G. y J.S. Serrato C. 2015a. Patrones de cultivos forrajeros alternativos con mejor adaptación al cambio climático en la Comarca Lagunera. Desplegable para productores Núm. 20. INIFAP-CIRNOC-CELALA.

Reta S., D.G., H.M. Quiroga G., J.S. Serrato C., U. Figueroa V., Y.I. Chew M. y A. Gaytán M. 2016. Adaptándose al cambio climático en México. Patrones de cultivos forrajeros alternativos ante el cambio climático en la Comarca Lagunera Mexicana. Hoard's Dairyman en español. 254:123-126.

Reta S.D.G., J.S. Serrato C., R. Figueroa V., J.A. Cueto W., S. Berumen P. y J. Santamaría C. 2008. Cultivos alternativos con potencial de uso forrajero en la Comarca Lagunera. Libro Técnico núm. 3. INIFAP-CIRNOC-CELALA. 268 p.

Reta S., D.G., U. Figueroa V., J.I. Sánchez D., E. Ochoa M., H.M. Quiroga G. y A. Gaytán M. 2011. Patrones de cultivo forrajeros alternativos para una mayor eficiencia de producción y aprovechamiento de los nutrimentos reciclados en las excretas del Ganado lechero. Folleto Técnico No. 18. INIFAP-CIRNOC-CELALA. 52 p.

Reta S., D.G., U. Figueroa V., J.S. Serrato C., H.M Quiroga G., A. Gaytán M. y J.A. Cueto W. 2015b. Potencial forrajero y productividad del agua en patrones de cultivos alternativos. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 6:153-170.

Reta S., D.G., U. Figueroa V., R. Faz C., G. Núñez H., A. Gaytán M., J.S. Serrato C. y J.A. Payán G. 2010. Sistemas de producción de forraje para incrementar la productividad del agua. Rev. Fitotec. Mex. 33 (Núm. especial 4):83-87.

Salinger, M.J. 2005. Climate variability and change: past, present and future – an overview. Climatic Change. 70:9-29.

Santamaría C.J., D.G. Reta S., J.F.J. Chávez G., J.A. Cueto W. y J.I. Romero P.R. 2006. Caracterización del medio físico en relación a cultivos forrajeros alternativos para la Comarca Lagunera. Libro Técnico Núm. 2. INIFAP-CIRNOC-CELALA. 240 p.

SECCIÓN

DE

CARTELES

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

PRODUCCIÓN DE ALGODÓN CON ALTAS DENSIDADES DE SIEMBRA USANDO FERTILIZACION ORGANICA

José Dimas López Martínez[1+], Maribel Navarro Morones Maribel[1] Rebeca Ivonne López Gonzalez[1] José Dimas López Gónzalez[2] Jesús Luna Anguiano[3]

[1] Facultad de Agricultura y Zootecnia-Universidad Juárez del Estado de Durango. Apartado Postal 142 CP 35000. Gómez Palacio, Durango. [2]Universidad Tecnológica de la Laguna Carretera Torreón - Ciudad Juárez, kilómetros 7.5, Ejido Las Cuevas, C.P. 35185. Lerdo, Durango. [3]Universidad Politécnica de Gómez, Palacio. Carretera El Vergel-La Torreña. Km 0+820. Loc. El Vergel. C.P. 35120. Gómez Palacio, Durango. [1+] Autor de contacto: pepe_dimaslopez@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La región Lagunera se ubica en los estados de Coahuila y Durango, México, donde el algodón es un cultivo de gran tradición e importancia, desde los inicios de las actividades agropecuarias ya que se han tenido registros de siembra de hasta 120, 000 ha en un solo ciclo de cultivo en la década de los sesenta. (SAGARPA 2004).

Además de la fibra se obtiene, semilla la cual se obtienen aceites comestibles y harinolina la cual se usa como alimento para el ganado. (Espinoza et al. 2009). La materia orgánica es un importante indicador de la calidad del suelo y una agricultura sustentable, la agricultura intensiva afecta el contenido de la materia orgánica del suelo, fertilidad del suelo y producción en las cosechas. (Han et al., 2006). El sistema actual de producción del algodonero se caracteriza por usar gran cantidad de insumos, agua, fertilizantes e insectidas). La Comarca Lagunera es la principal cuenca lechera del país, existen cerca de 500,000 cabezas de ganado vacuno de las cuales 280,000 están en línea de ordeña con una producción de leche cerca a los seis millones de litros diarios (SAGARPA, 2011). En esta región se producen cerca de 1 200 000 Mg de estiércol bovino anualmente (Salazar *et al*., 2007) lo cual permite plantear la posibilidad de su utilización en la agricultura, de ahí la importancia de utilizar este deshecho de la ganadería en la producción agrícola seria para; reducir la utilización de productos químicos y así abatir costos de producción e índices de contaminación.

Siendo los abonos orgánicos una alternativa para la reducción de insumos de una manera sustentable. Afectando el medio ambiente de una manera positiva, ser económico y rentable, y mejorar la calidad de la fibra (Bahman and Power, 1999). Por lo anterior el objetivo de este estudio fue determinar la dosis de estiércol bovino solarizado, así como la mejor densidad de siembra en la producción de algodón durante el desarrollo fenológico del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el ciclo de primavera-verano del 2012, en el campo agrícola (CAE-FAZ-UJED), el cual se encuentra ubicado en el Km. 28 de la carretera Gómez Palacio-

Tlahualilo, a inmediaciones del ejido Venecia, Mpio. de Gómez Palacio, Dgo. México y se encuentra comprendido entre los paralelos 24° 22' 12´´ y 26° 47´ 24´´ de latitud Norte y los meridianos 102° 15´ 36´´ y 104° 45´ 36´´ de longitud oeste de Greenwich y a una altitud de 1120 msnm. El sitio tiene una altitud de 1139 m. Según la clasificación de Köppen modificado por García (1981) el clima es seco desértico o estepario cálido con lluvias en el verano e inviernos frescos. La precipitación pluvial es de 258 mm y la temperatura media anual es de 22.1 ºC, con rangos de 38.5 ºC como media máxima y 16.1 ºC como media mínima. La evaporación anual media aproximadamente es de 2396 mm. La presencia de las heladas ocurren de noviembre a marzo y raras veces en octubre y abril; mientras que la presencia de granizo ocurre entre mayo y junio. Los suelos nativos son de aluvión, tipo aridosol, con un contenido pobre de materia orgánica (0.9%).

V**ariables a Evaluar y Análisis Estadístico**

Humedad del suelo (%). Utilizando el método gravimétrico, calidad de fibra (longitud, resistencia y finura) y rendimiento de algodón en hueso (t ha^{-1}). Las variables evaluadas en suelo fueron en el perfil 0-15 cm, pues es donde está la mayor mineralización, para la variable de humedad del suelo **se realizaron cuatro muestreos, los días julianos 88 (27 de marzo), 111 (22 de abril), 144(23 mayo) y 168(18 junio)**. Los espacios de exploración se establecieron de la siguiente forma. Factor A (densidad de siembra) A1= 120,000 plantas* ha^{-1}, y A2= 240, 000 plantas* ha^{-1}) Factor B (niveles de estiércol bovino t ha^{-1}), B1 = 00 t ha^{-1}, B2 = 40 t ha^{-1}, B3 = 80 t ha^{-1} ; B4 = 120 t ha^{-1} y B5= fertilización química con la dosis recomendadas para esta región por Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), de 120-60-00 kg de nitrógeno, fosforo y potasio (N, P, K) respectivamente, se utilizo el diseño experimental de bloques al azar con arreglo en franjas (Olivares, 1996) con tres repeticiones.

MATERIAL GENÉTICO

Se trabajo con la variedad transgénica de algodón (gossipium hirsutum) DP 0935 BG/RR que es tolerante al herbicida faena y presenta toxicidad a algunos lepidópteros (gusano rosado y bellotero).

SIEMBRA:

Se efectuó el 16 de Abril del 2012 en seco, de manera directa. Con una distancia entre surcos de 20 cm para la población de 120 000 plantas t ha^{-1} la distancia entre planta fue de 41.6 cm. Para la población de 240 000 plantas t ha^{-1} la distancia entre plantas fue de 20.8 cm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo que respecta a humedad del suelo; los resultados para dosis de fertilización (factor B) estos se presentan en la Figura 1. Se aprecia que el valor de humedad más alto que se registro fue en los tratamientos de 80 y 40 t ha^{-1} con valores de 34 y 31 y% para la fecha de muestreo del 25 de mayo respectivamente. Observando que los valores más bajos de humedad se presentaron para la fecha de muestreo del 3 de junio y en los tratamientos 0 t ha^{-1} y fertilización química. Similares resultados fueron encontrados por Mora et al., (2001). y coinciden con Smart y Bradford (1996), (Martínez *et al*., 1999) quienes indican que la labranza de conservación con cobertura reducen la erosión, evaporación y conservan mas humedad, y mencionan que la presencia de estiércol solo o combinado con algún residuo vegetal aplicado a la superficie del suelo, permite mayor infiltración, además de mejorar la función del control de la perdida de agua.

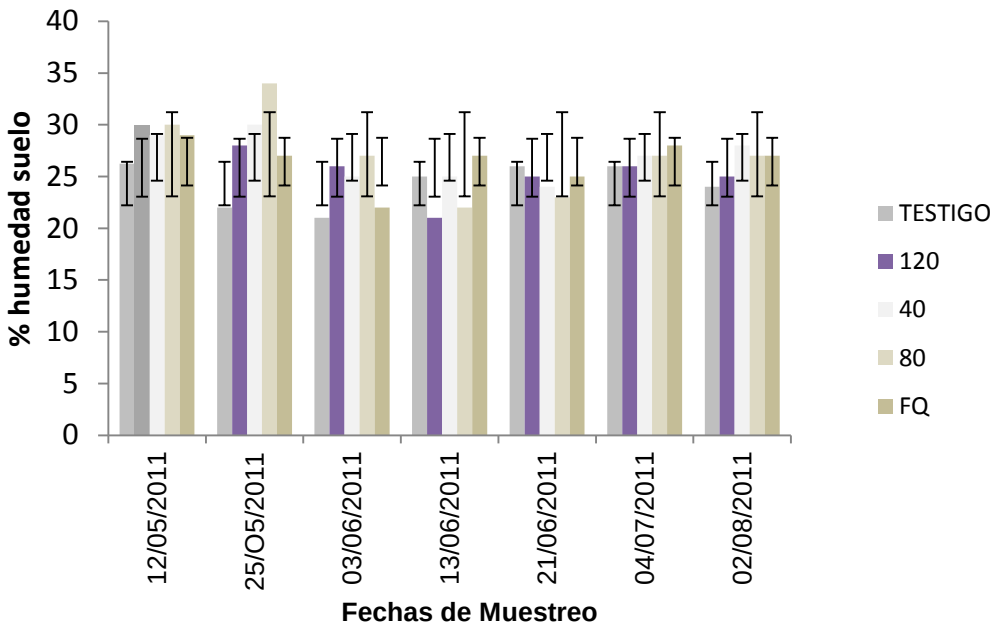


Figura 1. % de húmedad del suelo según fechas de muestreo y dosis de fertilización en el cultivo de algodón sembrado en altas densidades.

En el Cuadro 1 se aprecian los resultados para calidad de fibra; observándose no diferencia entre tratamientos para longitud, resistencia y finura tanto para el factor (A) densidad de plantas como para dosis de estiércol factor (B).

Cuadro 1. Calidad de fibra promedio para tratamientos de estiércol y densidades de siembra.

Niveles De Estiércol (t ha^{-1})	Longitud (pulgadas)	Resistencia (g/tex)	Finura (mic)
B1= 0 t ha^{-1}	1.08 a	28.50 a	4.47 a
B2= 40 t ha^{-1}	1.12 a	28.32 a	4.35 a
B3= 80 t ha^{-1}	1.07 a	27.85 a	4.45 a
B4=120 t ha $^{-1}$	1.10 a	27.92 a	4.35 a
B5= Fertilización química (120-60-00)	1.00 a	28.38 a	4.41 a
Densidades			
120,000 Plantas ha^{-1}	1.08 a	28.00 a	4.38 a
240,000 plantas ha^{-1}	1.08 a	28.39 a	4.37 a

Rendimiento de algodón en hueso

En el Cuadro 2 se aprecia que cuando observamos el efecto conjunto de A*B se tiene que existe diferencia entre tratamientos; indicando la Figura 4 que el tratamiento de 80 t ha^{-1} con una producción de 8,912 kg ha^{-1} fue el más sobresaliente a la densidad de 120,000 plantas ha^{-1} siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos; seguido por la dosis de 120 t ha^{-1} con 7,146 kg ha^{-1}.

En el Cuadro 2 se muestra también diferencia para el efecto simple (dosis de fertilización): observándose en el Cuadro 3 para el factor B (estiércoles) que el mejor tratamiento fue el de 80 t ha^{-1} con 7295.7 kg ha^{-1} de algodón en hueso, seguido del tratamiento de 40 t ha^{-1} con 7095.1 kg ha^{-1} . Similares resultados fueron encontrados en maíz, en suelos negros (arcillosos) del Noreste del estado de Chihuahua por Ortíz y Amado, 2003.

Cuadro 2. Análisis de Varianza para rendimiento de algodón.

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F
Bloque	2	250395.817	125197.908	0.39	0.6910
Densidad	1	3441192.008	3441192.008	10.64	0.0115
Densidad*Bloque	2	1088007.817	544003.908	1.68	0.2455
Dosis de Estiércol	4	5594440.833	1398610.208	4.33	0.0373
Densidad*Dosis	4	6034597.367	1508649.342	4.67	0.0308
Dosis*Bloque	8	2069417.767	258677.221	0.80	0.6199
Error	8	2586331.43	323291.43		

C.V= 8.107521

R^2= 0.877218

Cuadro 3. Rendimiento Promedio de algodón por tratamiento de estiércol.

Dosis de Estiércol	Rendimiento Promedio Kg ha^{-1}	
0	6834.5	ab
40	7095.1	ab
80	7795.7	a
120	6821.8	ab
F.Q (120-60-00)	6518.3	b

***Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.**

CONCLUSIONES

Para humedad del suelo; se aprecia que el valor de humedad más alto que se registro fue en los tratamientos de 80 y 40 t ha^{-1} con valores de 34 y 31 y% para la fecha de muestreo del 25 de mayo respectivamente. Observando que los valores mas bajos de humedad se presentaron para la fecha de muestreo del 3 de junio y en los tratamientos 0 t ha^{-1} y fertilización química.

En lo referente a calidad de fibra (longitud, finura y resistencia No existió diferencia entre tratamientos ni entre factor A y B.

En cuanto a rendimiento el tratamiento que obtuvo los más altos resultados fue el tratamiento de 80 t ha^{-1} con 120,000 p ha^{-1}.

BIBLIOGRAFÍA

Bahman, E. y J. F. Power (1999). Composted and no-composted manure application to onventional and no-tillage systems: Corn yield and nitrogen uptake. *Agronomy Journal* 91: 819-825.

Espinoza A. J.J., H. Salinas G.; I. Orona. C. Y M. Palomo. 2009. Planeación de la Investigación del Inifap en la comarca Lagunera en base a la situación de mercado de los principales productos Agrícolas de la Región. Revista Mexicana De Agronegocios. Vol. XIII (24). 758-773. Torreón Coahuila México.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Editorial Offset Larios, S. A. México, D.F.

Han, X., Wang, S., Veneman, PL. M., Xing, B. 2006. Change of Organic Carbon Content and Its Fractions in Black Soil under Long- Term Application of Chemical Fertilizers and Recycled Organic Manure.Comunications in soil Science and plant Analysis, 37: 1127-1137.

Martínez, H. E.; Fuentes, E. J. P. y Acevedo, H. E. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. J. Soil Sc. Plant Nutr. (Chile) 8(1): 68-96

Martínez, R de C. E., A. C. Godoy, L. G. García, y M. J. R. Díaz. 1999. Labranza de conservación: una alternativa para la producción de avena forrajera en la Comarca Lagunera. *In*: Memorias del X Congreso Nacional De Investigación Y Desarrollo Tecnológico Agropecuario I.T.A. N° 23 Oaxaca, Oax. 1999. p.47 .

Mora, G.M., Ch. V. Ordaz, J.Z. Castellanos, S.A. Aguilar, F. Gavi y H.V. Volke (2001). Sistemas de labranza y sus efectos en algunas propiedades físicas en un vertisol, después de cuatro años de manejo.*TERRA* 19: 67-74.

Smart, J.R. and J.M. Bradford 1996. Conservation tillage for a semi-arid subtropical environment. United States Department of Agriculture Research Service. Weslaco Texas 78596 VI Congreso Internacional de AMIA.

SAGARPA 2004. Sector Agropecuario. Un resumen económica. Un resumen económico anual de la Comarca Lagunera. El siglo de Torreón.

SAGARPA, 2011. Delegación en la región lagunera, subdelegación de ganadería. Suplemento de Economía, Comarca Lagunera. Publicación anual. (México). 1 de enero de 2012.

Salazar, S. E.; Trejo, E.H. I.; Vázquez, V. C. y López, M. J. D. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. Rev. Int. Bot. Exp. (Argentina). 76: 169-185.

Ortíz F. P. y J. P. Amado A. 2003. Tecnología para producir maíz con riego por goteo subterráneo. Folleto Técnico No 18. INIFAP Campo experimental "Sierra de Chihuahua". Pp 27.

Olivares, S.E. (1996). Disenos Experimentales con aplicacion a la experimentacion agricola y pecuaria. Facultad de Agronomia de la U.A.N.L., Marin, Nuevo Leon, Me

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FORRAJE EN MEZCLAS DE VEZA COMÚN CON CEBADA EN DOS PROPORCIONES DE SEMILLA EN CUATRO ETAPAS FENOLÓGICAS

[1]Flores, M.J., [2]Rosales, C.A., [1]Gutiérrez, R.A., [3]Vélez, L.I., [1]Echavarría, F.G.

[1]Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, CP 98500 Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. mflores_najera@hotmail.com, [2]Campo Experimental San Luis. INIFAP. Carretera San Luis-Matehuala Km. 24.5 Col. Ejido El Huizache, Soledad de Graciano Sánchez, CP 78431. San Luis Potosí. [3]Campo Experimental La Laguna. INIFAP. Blvd. José Santos Valdez 1200 Poniente. CP 27440 Matamoros, Coahuila.

INTRODUCCIÓN

La mezcla de cultivos o también llamado inter-cultivos es definido como el crecimiento simultaneo de dos o más especies de cultivos en el mismo campo durante una misma estación de crecimiento (Ofori, 1987). El tipo de inter-cultivos anuales conocidos ampliamente en el mundo es la combinación de un cereal con una leguminosa, pues permite que la inclusión de la leguminosa en el cereal mejore la producción y la calidad del forraje (Francis, 1989). Una de las leguminosas ampliamente usadas como intercultivo con cereales es la veza común o ebo (*Vicia sativa* L), una leguminosa anual con un hábitat de crecimiento trepador y con altos niveles de proteína cruda (Anil et al., 1998). Con respecto a cereales, se han propuesto un gran número de especies que figuran ser los apropiados para intercalarlos con la veza, entre los que destaca, el maíz (*Zea mays*), la avena (*Avena sativa* L.), el triticale (x *Triticosecale Wittmack*. Ex. A. Camus), el trigo (*Triticum aestivum* L. emend. Thell) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.), (Eskandari et al., 2009). Estudios previos han demostrado que la cebada produce más alta producción de forraje que la avena, triticale o trigo cuando es mezclada con la veza (Thompson et al., 1992). Otro factor que puede modificar la producción y la calidad del forraje de la mezcla es la proporción de semilla utilizada por cultivo. Algunos autores sugieren rangos que van desde los 20 hasta los 80 kg/ha-1 para los cereales, mientras que para la veza común fluctúan entre los 20 y 50 kg/ha-1 (Caballero et al., 1995). También la etapa de cosecha es otro factor que puede modificar la producción de MS y el contenido de PC, algunos autores sugieren la etapa vegetativa como la mejor etapa de cosecha debida a que se puede utilizar para cualquier tipo de ganado y en cualquier etapa productiva (Núñez et al., 2010). En este contexto, el objetivo del presente estudio fue medir la producción y la calidad del forraje en mezclas de veza común con cebada en dos proporciones de semilla en cuatro etapas fenológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El trabajo se desarrolló en el Campo Experimental Zacatecas perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en los 22°54' de latitud norte y 102°39' de longitud oeste y 2197 msnm, con una temperatura media anual de 14.6°C y precipitación media anual de 416 mm, la cual se presenta en mayor proporción en verano (Junio a Septiembre). El suelo del área de estudio es clasificado como Kastañozem, con un pH de 7.5, 1.26% de materia orgánica y textura Franco Arenosa (Echavarría et al., 2014). El terreno donde se sembraron las asociaciones de cultivos fue homogéneo en fertilidad, textura y pendiente.

Manejo del cultivo y diseño experimental

La mezcla de cultivos se estableció en una superficie de 0.81 ha. La variedad utilizada fue cebada capuchona (*Hordeum vulgare* L.), y veza común (*Vicia sativa L*.).

La preparación del terreno consistió de barbecho, rastreo y nivelación. La siembra se realizó en húmedo el 14 de noviembre de 2013. Para ello se utilizó una sembradora de precisión, con una densidad de siembra de 50 kg de semilla de cereal con 20 kg de veza. La dosis de fertilización fue de 80-46-00 usando como fuentes sulfato de amonio y superfosfato triple, aplicando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno a la siembra, y el resto del nitrógeno en el primer riego de auxilio. El riego se proporcionó por gravedad, con sifones, aplicando cuatro riegos aun intervalo de 20 días, incluyendo el de siembra, con una lámina total aproximada de 40 cm, estimada mediante el gasto conocido y el tiempo de riego de la superficial.

Los tratamientos se establecieron con un diseño completamente al azar con arreglo factorial (4X4), donde el primer factor correspondió a la mezcla cebada-veza en dos proporciones de semilla definido por 4 niveles: monocultivo cebada 100%, cereal-veza proporción 65:35, cereal-veza proporción 35:65 y monocultivo veza 100%. El segundo factor correspondió al estado fenológico de la cosecha definido por 4 niveles: embuche, grano lechoso, grano masoso, y grano maduro con 4 repeticiones por tratamiento. La parcela experimental fue 20 surcos de 55 m de largo con un espaciamiento de 0.75 cm entre ellas, dando un total de 825m^2 de superficie

Muestreos de rendimiento de forraje seco

Para estimar la producción de forraje verde y seco, de cada parcela se utilizaron 2 surcos con un espaciado de 0.75 m entre ellos por 3 m de largo; el área total fue de 4.5 m^2. Cuatro

muestreos fueron realizados en cada parcela experimental, y estos fueron llevados a cabo en forma longitudinal a la superficie de la parcela.

Del forraje fresco cosechado, se tomó una muestra de 500 g para secarse en estufa a 60°C por 72 horas para estimar el rendimiento de materia seca (MS), que se transformó posteriormente a toneladas de materia seca por hectárea. Los cortes de forraje fueron hechos a los 85, 92, 106 y 118 días después de la siembra, para las etapas de embuche, grano lechos, grano masoso y grano maduro, respectivamente.

Calidad nutricional

Las muestras de forraje con las que se determinaron los porcentajes de MS fueron procesadas en un molino Willy con criba de un milímetro. A todas las muestras se les determinó el porcentaje de proteína cruda (PC) mediante el método de Dumas por combustión, utilizando el equipo LECO (AOAC, 1996).

Los datos de todas las variables fueron analizados usando el procedimiento de modelos mixtos ajustado por el método de estimación (RML) de SYSTAT 13, Chicago, IL. El modelo incluyo efectos fijos de proporción de cultivos con cuatro niveles: monocultivo cebada 100%, cereal-veza proporción 65:35, cereal-veza proporción 35:65 y monocultivo veza 100%, con la repetición como factor aleatorio, y estado fenológico de cosecha con 4 niveles: embuche, grano lechoso, grano masoso y grano maduro y sus interacciones, y los efectos aleatorios de la repetición y residual. La comparación entre tratamientos de todas las variables fue hecha mediante la prueba de Tukey. Los datos son presentados en promedio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de materia seca

Los resultados del presente estudio indican que la producción de MS en mezclas de cebada con veza común en dos proporciones de semilla (65:35, 35:65) presentó diferencias significativas (Cuadro1; $P<0.0001$). El monocultivo cebada y su mezcla con veza en dos proporciones de semilla (65:35, 35:65), produjeron un 12% más de forraje seco que el monocultivo veza. Trabajos similares al presente estudio reportaron una reducción de un 23% en la producción de materia seca obtenido por la mezcla veza-cebada proporción 65:35, comparado al monocultivo cebada (Lithourgidis et al., 2007). En nuestro estudio, ambas proporciones de semilla (65:35, 35:65) produjeron la misma cantidad de materia seca que el monocultivo cebada. Esto se debe probablemente, a la etapa fenológica en la que se cosecho la mezcla. En el presente estudio, la

mayor producción de MS se obtuvo durante la etapa grano maduro, mientras que la menor producción se obtuvo durante la etapa de embuche (P<0.0001).

Cuadro 1. Diferencias en la producción de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) del monocultivo cebada y su mezcla con veza en dos proporciones de semilla (65:35, 35:65) en cuatro etapas fenológicas.

Cultivo/proporción		**Etapas fenológicas**			
	MS t ha^{-1}	Embuche	Grano lechoso	Grano masoso	Grano maduro
Cebada/100		2.4	3.2	5.1	6.2
Veza/100		2.6	3.5	4.2	3.1
Cebada:veza/65:35		2.8	3.3	4.6	5.9
Cebada:veza/35:65		2.8	3.3	5.0	6.5
Promedio		2.7^{a}	3.3^{a}	4.7^{b}	5.4^{c}
	PC g/kg MS				
Cebada/100		104^{b}	84^{ab}	62^{a}	56^{a}
Veza/100		288^{d}	243^{d}	287^{d}	294^{d}
Cebada:veza/65:35		118^{c}	85^{ab}	72^{ab}	65^{ab}
Cebada:veza/35:65		155^{c}	88^{ab}	87^{ab}	71^{ab}
Promedio		166.3^{b}	125^{a}	127^{a}	121.5^{a}

* Letras diferentes representan diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05).

Calidad nutricional

El contenido de PC en mezclas de cebada con veza en dos proporciones de semilla (65:35, 35:65) fue diferente (P<0.001). Además, el efecto de la proporción de semilla sobre el contenido de PC dependió de la etapa de cosecha (P<0.0001). Así, el mayor contenido de PC lo obtuvo el monocultivo veza, seguido por la proporción cebada-veza 35:65, ambos datos obtenidos durante la etapa de embuche; mientras que la menor cantidad la obtuvo el monocultivo cebada durante la etapa grano maduro (Cuadro 1). Resultados similares fueron reportados por Lithourgidis et al. (2007), estos autores demostraron que el monocultivo veza logró mayores

cantidades de proteína cruda cuando crece como cultivo solo. De hecho, cuando es mezclado con la cebada, el contenido de PC incrementó conforme aumento la proporción de semilla de veza en la mezcla. En nuestro estudio, la proporción 35:65 (cebada-veza), logró mayores cantidades de PC que el monocultivo cebada.

Además, hubo un efecto de la etapa de cosecha sobre el contenido de PC ($P<0.0001$). La mayor cantidad se obtuvo durante la etapa de embuche, mientras que la menor cantidad se obtuvo durante la etapa grano maduro.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que la mezcla cebada-veza en dos proporciones de semilla (65:35, 65:35) producen mayores cantidades de materia seca que el monocultivo veza. Además, el contenido de proteína cruda en mezclas de veza común con cebada depende de la etapa de cosecha. El mayor contenido de proteína cruda fue obtenido por el monocultivo veza, seguido por la mezcla cebada-veza (35:65, 65:35), durante la etapa de embuche.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC. Official Methods of Analysis. 16th ed. Assoc. Off Anal Chem, Arlington, VA.1996.

Anil L, Park J, Phipps RH, Miller F. Temperate intercropping of cereal for forage: a review of potential for growth and utilization with particular reference to the UK. Grass Forage Sci 1998; (53):301-317.

Caballero R, Goicoechea EL, Hernaiz PJ. Forage yields and quality of common vetch and oat sown varying seeding ratios and seeding rates of vetch. Field Crops Res 1995; (41):135-140.

Echavarría CHFG, Serna PA, Flores NMJ, Medina GG, Gutiérrez LR, Salinas GH, et al. Sistema de producción de forrajes de temporal una opción para la reconversión productiva. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC.INIFAP. Folleto Técnico No. 53. 2014.

Eskandari H, Ghanbari A, Javanmard A. Intercropping of cereals and legumes for forage production. Not Sci Biol 2009; (1):07-13.

Francis, CA. Biological efficiencies in multiple cropping systems. Adv Agron 1989; (42):1-42.

Lithourgidis AS, Dhima KV, Vasilakoglou IB, Dordas CA, Yiakoulaki MD. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. Agron Sustain Dev 2007; (27):95-99.

Núñez HG, Payán GJ, Peña RA, González CF, Ruiz BO, Arzola AC. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Téc Pecu Méx 2010; 1(2):85-98.

Ofori F, Stern WR. Cereal-legume intercropping system. Adv Agron 1987; (41):41-90.SYSTAT 13, 2013. Chicago, IL, USA.

Thompson DJ, Stout DG, Moore T. Forage production by 4 annual cropping sequences emphasizing barley under irrigation in southern interior British Columbia. Can J Plant Sci 1992; (72):181-185.

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FORRAJE EN MEZCLAS DE VEZA COMÚN CON AVENA EN DOS PROPORCIONES DE SEMILLA EN CUATRO ETAPAS FENOLÓGICAS

[1]Flores, M.J., [2]Rosales, C.A., [1]Gutiérrez, R.A., [3]Vélez, L.I., [1]Echavarría, F.G.

[1]Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, CP 98500 Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. mflores_najera@hotmail.com, [2]Campo Experimental San Luis. INIFAP. Carretera San Luis-Matehuala Km. 24.5 Col. Ejido El Huizache, Soledad de Graciano Sánchez, CP 78431. San Luis Potosí. [3]Campo Experimental La Laguna. INIFAP. Blvd. José Santos Valdez 1200 Poniente. CP 27440 Matamoros, Coahuila.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de avena (*Avena sativa* L.) destaca en México como una fuente importante de alimento para la industria pecuaria; cerca de 80% de la producción nacional se destina para consumo como forraje verde, henificado y grano. La producción de materia seca de este cereal es considerablemente aceptable, bajo condiciones de riego, en algunas regiones del país se llega a producir hasta 19 t por hectárea (Espitia et al., 2012). Sin embargo, el contenido de proteína cruda de este cereal suele ser muy baja, sobre todo cuando es cosechado en la etapa de grano maduro. Por ello, éste cereal se caracteriza por aportar una alta producción de materia seca, pero con bajo contenido de proteína cruda lo que disminuye su calidad y valor nutritivo (Ghanbari-Bonjar, 2000).

La mezcla de cultivos o también llamado inter-cultivos es la combinación de un cereal con una leguminosa, pues permite que la inclusión de la leguminosa mejore la producción y la calidad del forraje (Francis, 1989). Una de las leguminosas anuales ampliamente usadas como intercultivo con cereales es la veza común o ebo (*Vicia sativa* L), una leguminosa anual con un hábito de crecimiento trepador y con altos niveles de proteína cruda (Eskandari et al., 2009). No obstante, en esta asociación de cultivos existen diversos factores que pueden modificar la producción y calidad del forraje. Uno de estos factores es la proporción de semilla en la mezcla, algunos autores sugieren rangos que van desde los 20 hasta los 80 kg ha-1 para los cereales, mientras que para la veza común fluctúan entre los 20 y 50 kg ha-^{1} (Caballero et al., 1995). Otro factor que puede modificar la producción y calidad del forraje es la etapa de cosecha, pues la planta continuamente cambia de calidad conforme va madurando; en este estado, el contenido de la pared celular incrementa, esto representa que se acumule más lignina, compuesto indigestible que resulta posteriormente en una disminución de la calidad del forraje (Eskandari et al., 2009). Por ello, el objetivo del presente estudio fue para determinar la producción calidad

de forraje en mezclas de veza común con avena en dos proporciones de semilla (65:35, 35:65) en cuatro etapas de fenológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El trabajo se desarrolló en el Campo Experimental Zacatecas perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en los 22°54' de latitud norte y 102°39' de longitud oeste y 2197 msnm, con una temperatura media anual de 14.6°C y precipitación media anual de 416 mm, la cual se presenta en mayor proporción en verano (Junio a Septiembre). El suelo del área de estudio es clasificado como Kastañozem, con un pH de 7.5, 1.26% de materia orgánica y textura Franco Arenosa (Echavarría et al., 2014). El terreno donde se sembraron las asociaciones de cultivos fue homogéneo en fertilidad, textura y pendiente.

Manejo del cultivo y diseño experimental

La mezcla de cultivos se estableció en una superficie de 0.52 ha. La variedad utilizada fue avena chihuahua (*Avena sativa L*.) y veza común (*Vicia sativa L*.).

La preparación del terreno consistió de barbecho, rastreo y nivelación. La siembra se realizó en húmedo el 22 de noviembre de 2013. Para ello se utilizó una sembradora de precisión, con una densidad de siembra de 50 kg de semilla de cereal con 20 kg de veza. La dosis de fertilización fue de 80-46-00 usando como fuentes sulfato de amonio y superfosfato triple, aplicando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno a la siembra, y el resto del nitrógeno en el primer riego de auxilio. El riego se proporcionó por gravedad, con sifones, aplicando cuatro riegos aun intervalo de 20 días, incluyendo el de siembra, con una lámina total aproximada de 40 cm, estimada mediante el gasto conocido y el tiempo de riego de la superficial.

Los tratamientos se establecieron con un diseño completamente al azar con arreglo factorial (4X4), donde el primer factor correspondió a la mezcla de avena con veza en dos proporciones de semilla definido por 4 niveles: monocultivo avena 100%, cereal-veza proporción 65:35, cereal-veza proporción 35:65 y monocultivo veza (100%). El segundo factor correspondió al estado fenológico de la cosecha definido por 4 niveles: embuche, grano lechoso, grano masoso, y grano maduro con 4 repeticiones por tratamiento. La parcela experimental fue 20 surcos de 60 m de largo con un espaciamiento de 0.75 cm entre ellas, dando un total de 825m2 de superficie.

Muestreos de rendimiento de forraje seco

Para estimar la producción de forraje verde y seco, de cada parcela se utilizaron 2 surcos con un espaciado de 0.75 m entre ellos por 3 m de largo; el área total fue de 4.5 m^2. Cuatro muestreos fueron realizados en cada parcela experimental, y estos fueron llevados a cabo en forma longitudinal a la superficie de la parcela.

Del forraje fresco cosechado, se tomó una muestra de 500 g para secarse en estufa a 60°C por 72 horas para estimar el rendimiento de materia seca, que se transformó posteriormente a toneladas de materia seca por hectárea. Los cortes de forraje fueron hechos a los 103, 130, 140 y 150 días después de la siembra, para las etapas de embuche, grano lechos, grano masoso y grano maduro, respectivamente.

Calidad nutricional

Las muestras de forraje con las que se determinaron los porcentajes de materia seca fueron procesadas en un molino Willy con criba de un milímetro. A todas las muestras se les determinó el porcentaje de PC mediante el método de Dumas por combustión, utilizando el equipo LECO (AOAC, 1996).

Los datos de todas las variables fueron analizados usando el procedimiento de modelos mixtos ajustado por el método de estimación (RML) de SYSTAT 13, Chicago, IL. El modelo incluyo efectos fijos de proporción de cultivos con cuatro niveles: monocultivo cereal (avena) 100%, cereal-veza proporción 65:35, cereal-veza proporción 35:65 y veza 100%, con la repetición como factor aleatorio, y estado fenológico de cosecha con 4 niveles: embuche, grano lechoso, grano masoso y grano maduro y sus interacciones, y los efectos aleatorios de la repetición y residual. La comparación entre tratamientos de todas las variables fue hecha mediante la prueba de Tukey. Los datos son presentados en promedio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de materia seca

Los resultados del presente estudio indican que la producción de materia seca en mezclas de avena con veza común en dos proporciones de semilla depende de la etapa de cosecha ($P<0.0001$). En este estudio, el monocultivo avena y su mezcla con veza (65:35, 35:65) produjeron la mayor cantidad de MS durante la etapa grano masoso, mientras que la menor cantidad la obtuvo el monocultivo veza durante la etapa de embuche (Cuadro 1). Estos resultados contrastan con los reportados por Caballero et al. (1995), en ese estudio, la mezcla veza-avena produjo 34% más de forraje que el monocultivo veza, pero 57% menos que el

monocultivo avena. Sin embargo, nuestros resultados son similares a los reportados por Giacomini et al. (2003), estos autores reportaron que la producción de las mezclas fue similar al de la avena y mayor al del monocultivo veza. Lo anterior se debe a que la avena muestra mayor complementariedad con la veza debido a que aprovecha mejor el nitrógeno fijado por esta leguminosa en el suelo en comparación con otras gramíneas. Esta cualidad le permite a la avena tener un mejor crecimiento y en consecuencia mayor producción de materia seca (Espitia et al., 2012).

Calidad nutricional

El contenido de PC fue diferentes entre proporciones de cultivo ($P<0.0001$). Además, el efecto de la proporción de semilla sobre el contenido de PC difirió dependió de la etapa de cosecha (Cuadro 1; $P<0.0001$). El mayor contenido de PC lo obtuvo el monocultivo veza durante la etapa grano maduro. En proporciones de cultivo, el mayor contenido de PC lo obtuvo la proporción avena-veza (35:65) durante la etapa de embuche, mientras que la menor cantidad lo obtuvo el monocultivo avena durante la etapa grano masoso. Además, hubo un efecto de la etapa de cosecha sobre el contenido de PC ($P<0.0001$). La mayor cantidad de PC se obtuvo durante la etapa de embuche (192 g/kg MS), mientras que la menor cantidad se obtuvo durante la etapa grano masoso (119.7 g/kg MS). Una de las causas de la concentración de PC durante la etapa de embuche se debe a la captura de nitrógeno. Estudios al respecto indican que durante esta etapa, las plantas capturan mayor cantidad de nitrógeno inorgánico debido a la presencia de mayor cantidad de follaje (Verhulst et al., 2013). De hecho, algunos autores reportaron que durante ese tiempo la proporción grano: follaje es mayor (17:83), lo que permite tener mayor cantidad de proteína cruda en la planta (grano, 25.7 %; follaje 18.79 %; Ramírez-Ordóñes et al., 2013).

CONCLUSIONES

Se concluye que la producción y la calidad del forraje en mezcla de veza común con avena dependen de la etapa de cosecha. La mayor producción de MS fue obtenida por el monocultivo avena y su mezcla con veza en dos proporciones de semilla durante la etapa grano masoso. Relativo al contenido de PC, la mayor cantidad fue obtenida por monocultivo veza durante la etapa grano maduro, le siguió la proporción avena-veza (35:65), durante la etapa de embuche.

Cuadro 1. Diferencias en la producción de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) del monocultivo avena y su mezcla con veza en dos proporciones de semilla (65:35, 35:65) en cuatro etapas fenológicas.

		Etapas Fenológicas			
Cultivo/proporción	MS t/ha^{-1}	Embuche	Grano lechoso	Grano masoso	Grano maduro
Avena/100		6.7^{ab}	11.3^{b}	17.2^{d}	10.1^{ab}
Avena:veza/65:35		6.7^{a}	11.7^{bc}	19.9^{d}	9.3^{ab}
Avena:vez/35:65		7.3^{ab}	11.0^{b}	16.0^{cd}	8.6^{ab}
Veza/100		2.6^{a}	3.5^{a}	4.2^{ab}	3.1^{a}
	PC g/kg MS				
Avena/100		164^{c}	82^{a}	60^{a}	65^{a}
Avena:veza/65:35		142^{bc}	94^{ab}	61^{a}	61^{a}
Avena:vez/35:65		175^{c}	143^{bc}	71^{a}	64^{a}
Veza/100		288^{d}	243^{d}	287^{d}	294^{d}

* Letras diferentes representan diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05).

BIBLIOGRAFÍA

AOAC. Official Methods of Analysis. 16th ed. Assoc. Off Anal Chem, Arlington, VA.1996.

Caballero R, Goicoechea EL, Hernaiz PJ. Forage yields and quality of common vetch and oat sown varying seeding ratios and seeding rates of vetch. Field Crops Res 1995; (41):135-140.

Echavarría CHFG, Serna PA, Flores NMJ, Medina GG, Gutiérrez LR, Salinas GH, et al. Sistema de producción de forrajes de temporal una opción para la reconversión productiva. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC.INIFAP. Folleto Técnico No. 53. 2014.

Eskandari H, Ghanbari A, Javanmard A. Intercropping of cereals and legumes for forage production. Not Sci Biol 2009; (1):07-13.

Espitia RE, Villaseñor ME, Tovar GR, de la O OM, Limón OA. Momento óptimo de corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. Rev Méx Cienc Agr 2012; 3(4):771-783.

Francis, CA. Biological efficiencies in multiple cropping systems. Adv Agron 1989; (42):1-42.

Ghanbari-Bonjar A. Intercropped wheat (Triticum aestivum) and bean (Vicia faba) as a low-input forage. [Ph.D thesis], Wye College, University of London, England. 2000.

Giacomini S.J, Vendruseolo ERO, Cubilla M, Nicoloso RS, Fries MR. Dry matter, C/N ratio and nitrogen, phosphorus and potassium accummulation in mixed soil cover crops in Southern Brazil. Rev. Bras. Ciencia Solo 2003;(27): 325-334.

Ramírez-Ordóñes S, Domínguez-Díaz D, Salmerón-Zamora JJ, Villalobos-Villalobos G, Ortega-Gutiérrez JA. 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 2013; 36 (4):395-403.

Verhulst N, François I, Grahmann K, Cox R, Govaerts B. Nitrogen use efficiency and optimization of nitrogen fertilization in conservation agriculture. 2013. CAB Reviews 8, No. 053, en línea ISSN 1749-8848.

EVALUACIÓN DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) NERVADURA CAFÉ PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE TEMPORAL EN AGUASCALIENTES

Esteban Salvador Osuna-Ceja[1]

[1]Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes, INIFAP. Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas. Apartado Postal 20. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. osuna.salvador@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En Aguascalientes, la explotación del sistema de lechería familiar está asociada a la agricultura de temporal, donde el cultivo tradicional es el maíz criollo con bajos rendimientos de forraje verde y pobre valor nutritivo. Esta actividad, provoca una alta demanda de forraje de buena calidad, por lo que obliga a buscar alternativas con cultivos mejor adaptados a las condiciones ambientales, que mantengan o incrementen el rendimiento y calidad del forraje producido bajo condiciones de secano (Núñez *et al*., 1998; Osuna *et al*., 2015).

El sorgo nervadura café (*Sorghum bicolor* L. Moench) puede ser una alternativa para la producción de forraje en la zona de temporal de Aguascalientes, debido a que es una especie de días cortos. Además, se le atribuyen algunas características que le confieren una mejor adaptación a condiciones limitantes de humedad y suelos de baja fertilidad con relación a otros cultivos, incluyendo al maíz (House, 1982, Del Campo *et al*., 1987, Díaz, 2011). Los atributos más importantes del sorgo para adaptarse a la sequía, es su sistema radical profundo, precocidad y capacidad de ajuste osmótico ante el estrés hídrico (Singh y Singh, 1995). Los sorgos convencionales presentan menor calidad de forraje que el maíz; sin embargo, los sorgos mutantes de nervadura café (bmr) usualmente contienen menos ligninas (Cherney *et al*., 1991), lo cual permite obtener forraje con mayor digestibilidad, aunque el rendimiento de materia seca puede ser menor que los genotipos normales (Oliver *et al*., 2005).

Las prácticas agronómicas como captación *in situ* de agua de lluvia, densidades de siembra, arreglo topológico, niveles de fertilización y control de plagas y malezas, entre otras, proveen las condiciones de cultivo para potencializar la producción de forraje y grano de sorgo, mientras que los índices de eficiencia de la tierra ayudan a evaluar la productividad por unidad de superficie en sorgo (Carrillo y Ruiz, 2004; Ruiz y Carrillo, 2005). La modificación de las prácticas de cultivo del sorgo, por ejemplo, de siembra en surco sencillo o a doble, triple y hasta seis hileras, repercute sustancialmente en la productividad de forraje y grano (Espinosa *et al*., 2009). En este caso, el arreglo topológico busca un mayor espaciamiento entre hileras y plantas que permita un mejor desarrollo del cultivo, y genera un manejo adecuado de la competencia desfavorable por nutrientes y radiación solar, se aprovecha de manera eficiente la superficie del terreno y aumenta la densidad de plantas por unidad de superficie (Rodríguez *et al*., 1994; Reta *et al*., 2003).

Con base en estos antecedentes, en 2015 se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar la producción de forraje por hectárea en base a materia verde y materia seca; así como el contenido de proteína cruda y la Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácido (FDA) de dos sorgos de nervadura café de temporal para ensilaje bajo diferentes sistemas de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Sitio Experimental Sandovales, Ags., México; en el verano de 2015. Se localiza en las coordenadas 22° 11' latitud Norte y 102° 20' longitud Oeste, a una altura de 2100 msnm, donde se registraron 466 mm de precipitación en el ciclo de cultivo; la temperatura media fue de 16.3 °C y el ciclo de cultivo de 120 días (finales de junio a finales de octubre) (Medina *et al*., 2006); el suelo es de ± 0.30 m de profundidad, con menos de 1.0% de materia orgánica, textura franco arcillo-arenosa, 2% de pendiente y pH de 6.6 (Osuna *et al*., 2000). El terreno se preparó con un paso de multiarado y rastreó antes de la siembra, el cultivo anterior fue mijo y maíz de temporal. La siembra en condiciones de temporal y en suelo húmedo se realizó el 9 de julio. Se evaluaron dos materiales de sorgo de nervadura café de madurez precoz e intermedia de procedencia extranjera, para probar su comportamiento forrajero: PAMPA CENTURION (sorgo x sorgo BMR-6) y TRIUNFO X LT BMR-6.

Los sistemas de siembra evaluados fueron: a) surcos a 76 cm en hilera sencilla, b) camas de 1.60 cm a seis hileras, ambos tratamientos fueron sembrados de forma manual y c) camas de 1.60 cm a seis hileras sembrado con máquina. Los casos con más de una hilera por surco, la separación entre éstas fue de 20 cm. En los tratamientos (a) y (b) se utilizó la misma densidad de población (75,000 pl ha^{-1}) y en el (c) la sembradora distribuyó de 4 a 5 semillas por metro linial, cuya densidad de población utilizada fue de 200,000 pl ha^{-1} aproximadamente, esto fue para el sorgo PAMPA CENTURION y en el caso de TRIUNFO X LT BMR-6, se utilizó una densidad de población de 150,000 pl ha^{-1} en los tratamientos (a) y (b), y en el (c) se utilizó la misma densidad de población (200,000 pl ha^{-1}) que en el sorgo PAMPA CENTURION. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental de la siembra tradicional constó de 6 surcos de 5 m de largo y 0.76 m de ancho y la siembra en camas a seis hileras tanto para la siembra manual como con sembradora, la unidad experimental constó de tres camas utilizadas en cada uno de los genotipos de sorgo evaluados. Los datos de precipitación y temperatura se presentan en la figura 1.

A la cosecha, se tomaron datos de fenología, producción de materia verde y seca y altura de planta.

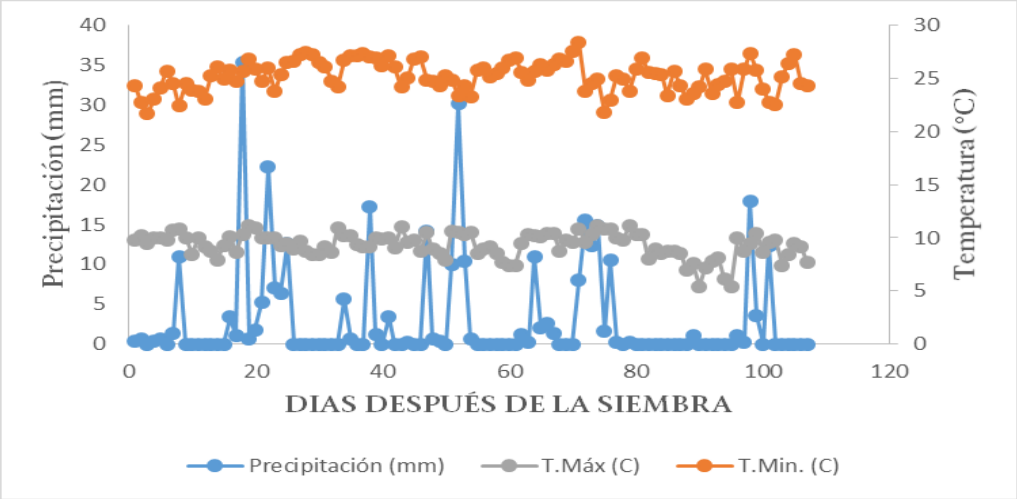


Figura 1. Temperatura máxima y mínima y precipitación diaria, durante el ciclo de cultivo de maíz de temporal. Sandovales, Aguascalientes. 2015.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sorgo PAMPA CENTURION presentó una precocidad de 55 días a floración y llegó a estado lechoso-masoso a los 95 días después de la siembra, mientras que TRIUNFO x LT BMR-6 espigó a los 65 días y llegó a madurez a los 105 días. Por otro lado, cabe resaltar que ninguno de los dos genotipos de sorgo evaluados sufrió ataque de "pulgón amarillo" *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae), por lo que el rendimiento no se vio afectado.

Los resultados del análisis estadístico indicaron que no hubo diferencias significativas entre métodos de siembra para las variables de rendimiento de biomasa verde (BV) y materia seca (MS) para ambos genotipos de sorgo evaluados.

En el Cuadro 1 se muestra la producción de biomasa verde (BV) y materia seca (MS) de los dos genotipos de sorgo evaluados, encontrando que la máxima producción BV, tanto para PAMPA CENTURION como TRIUNFO X LT BMR-6, se obtuvo en camas de 1.60 m a seis hileras con siembra manual. Por otro lado, en las tres distribuciones topológicas, TRIUNFO X LT BMR-6 superó al genotipo PAMPA CENTURION. Osuna *et al*., (2014) encontró que al aumentar la densidad de población y arreglos espaciales de plantas que tiendan a la equidistancia (marco real), pueden incrementar la producción de biomasa del sorgo por unidad de superficie. Este incremento se relaciona con una mayor intercepción y eficiencia en el uso de la energía solar para producir materia seca, lo que concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo.

Con respecto a la producción MS, el genotipo más tardío TRIUNFO X LT BMR-6 en espaciamiento de 160 cm y seis hileras con máquina, tuvo mayor biomasa que el precoz; sin embargo, esta situación se invirtió en el espaciamiento de 160 cm a seis hileras con siembra a mano, no obstante, estas diferencias no fueron significativas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de forraje verde, materia seca total y altura de planta de dos genotipos de sorgo bajo tres métodos de siembra de temporal. Sandovales, Ags. 2015.

Método de siembra	PAMPA CENTURION			TRIUNFO X LT BMR-6		
	BV(t ha^{-1})	MS (t ha^{-1})	Altura (m)	BV(t ha^{-1})	MS (t ha^{-1})	Altura (m)
Tradicional	18.42	5.12	1.54 a	25.25	9.16	2.26
Camas-6H	24.06	8.92	1.47 a	34.06	10.47	2.24
Camas-6HM[ŧ]	23.85	7.67	1.34 b	30.31	12.84	2.16
Promedio	**22.11**	**7.24**	**1.45**	**29.87**	**10.82**	**2.22**

[ŧ] siembra a seis hileras mecanizada

En términos relativos la producción de MS de los genotipos en los diferentes sistemas de siembra, se encontró un aumento del 74 y 50 % para PAMPA CENTURION en los dos tratamientos de camas de 1.60 m a seis hileras con siembra manual y con sembradora en comparación con la siembra tradicional a hilera sencilla, y del 40 y 14 % para TRIUNFO x LT BMR-6 a la misma distancia entre surcos.

Calidad de forraje.

En valor nutritivo de forraje de sorgo, el promedio de los diferentes métodos de siembra en cada uno de los genotipos evaluados fueron: i) PAMPA CENTURION: en porcentaje de PC 12.96 %, FDN 45.01 %, FDA 25.36 %, concentración de lignina 2.83, digestibilidad de la fibra detergente neutro 68 %, digestibilidad *in vitro* 85.67 % y en energía neta de lactancia 1.51 Mcal kg^{-1} MS de materia seca y ii) TRIUNFO X LT BMR-6; en porcentaje de PC 13.40 %, FDN 51.85 %, FDA 28.67 %, concentración de lignina 2.30, digestibilidad de la fibra detergente neutro 74 %, digestibilidad *in vitro* 86.33% y en energía neta de lactancia 1.58 Mcal kg^{-1} MS de materia seca. De acuerdo con Núñez *et al*., (2010), ambos genotipos de sorgo presentaron forrajes de regular calidad nutricional porque tienen valores de 12.96 a 13.40 % en PC, 85.67 a 86.33 % en DIVMS y 1.51-1.58 Mcal kg^{-1} MS de materia seca (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de calidad de forraje de dos genotipos de sorgo bajo tres sistemas de siembra de temporal. Sandovales, Ags. 2015.

Método de siembra	PAMPA CENTURION			TRIUNFO X LT BMR-6		
	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)
Testigo	13.00	42.30	24.8	11.6	50.8	27.1
Camas-6H	12.38	47.05	25.46	14.06	49.60	29.63
Camas-6HM[ŧ]	13.50	45.70	25.81	14.54	55.15	29.28
Promedio	**12.96**	**45.01**	**25.36**	**13.40**	**51.85**	**28.67**

[ŧ] siembra a seis hileras mecanizada; Testigo corresponde a la siembra tradicional

Cuadro 2. Características de calidad de forraje de dos genotipos de sorgo bajo tres métodos de siembra de temporal. Sandovales, Ags. 2015.

	PAMPA CENTURION						TRIUNFO X LT BMR-6					
Método de Siembra	**PC (%)**	**FDN (%)**	**FDA (%)**	**LIG (%)**	**DIVMS (%)**	**ENL (Mcal/kg)**	**PC (%)**	**FDN (%)**	**FDA (%)**	**LIG (%)**	**DIVMS (%)**	**ENL (Mcal/kg)**
Testigo	13.00	42.3	24.8	3.0	86	1.47	11.6	50.8	27.1	2.4	87	1.58
Camas-6H	12.38	47.05	25.46	2.6	85	1.53	14.06	49.60	29.63	2.2	85	1.57
Camas-6HM[ŧ]	13.5	45.70	25.81	2.9	86	1.54	14.54	55.15	29.28	2.3	87	1.58
Promedio	**12.96**	**45.01**	**25.36**	**2.83**	**85.67**	**1.51**	**13.40**	**51.85**	**28.67**	**2.3**	**86.33**	**1.58**

[ŧ] siembra a seis hileras mecanizada; PC- proteína cruda, FDN-fibra detergente neutra, FDA-fibra detergente ácida, LIG- lignina, DVIMS- digestibilidad *in vitro* de materia seca y ENL- energía neta para lactancia.

CONCLUSIONES.

Las condiciones climáticas de El Llano, Aguascalientes son adecuadas para la producción de sorgo para forraje bajo temporal.

En el forraje de sorgo se observaron diferencias entre genotipos en la mayoría de las variables agronómicas (biomasa verde, materia seca y altura de planta) y de valor nutritivo.

El genotipo de sorgo TRIUNFO X LT BMR-6 tuvo rendimientos de materia seca mayores a 10 t ha^{-1}, la digestibilidad *in vitro* mayor de 86 %, energía neta de lactancia superior a 1.5 Mcal kg^{-1} MS de materia seca y digestibilidad de la fibra mayor de 85 %.

El cultivo de sorgo de nervadura café para forraje sembrado en camas a seis hileras es una opción viable para incrementar el rendimiento de materia seca en la zona de temporal deficiente de la región de El Llano, Aguascalientes, siempre y cuando la siembra se combine con prácticas de captación *in situ* de agua de lluvia.

BIBLIOGRAFÍA

Carrillo, J.C & J. Ruiz V. 2004. Producción de forraje en sorgo y mijo: Variables de crecimiento. *Agron. Mesoamer. 15, 69-76.*

Cherney, J.H., D.J.R. Cherney., D.E. Akin, J.D. Axtell. 1991. Potential of Brown-midrib, low lignin mutants for improving forage quality. Adv. Agron. 46:157-198.

Del Campo, V.S.M., A. Peña, R. y R.J. Zapata, A. 1987. La adaptación del sorgo para grano en Aguascalientes. Su potencial de producción. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Aguascalientes. Folleto Técnico Núm. 2. 31 p.

Díaz, D.L.A. 2011. Evaluación comparativa de sorgo nervadura café (Pampa Centurión) y sorgo nervadura blanca (Sureño) para la producción de ensilaje, Zamorano, Honduras. Disponible en: (http://www.pampaverde.com/panfleto-centurion.html).

House, J.R. 1982. El sorgo. Guía para su mejoramiento genético. UACH, Chapingo, México. 425 p.

Medina, G. G., L. H. Maciel P., J.A. Ruiz C., V. Serrano A. y M. M. Silva S. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Aguascalientes (Período 1961-2003). Libro Técnico No.2. INIFAP, Campo Experimental Pabellón, Fundación Produce, Ags., SAGARPA.

Núñez, H.G., F.E. Contreras, G., R. Faz, C. y R. Herrera y Saldaña. 1998. Producción de maíz para ensilaje de alto valor energético y su impacto en la producción de leche. Memorias de la IV Conferencia Internacional sobre Nutrición y Manejo. Grupo LALA. 14-32.

Núñez, H.G., J.A. Payan, G., A. Peña, R., F. González, C., O. Ruiz, B. y C. Arzola, A. 2010. Caracterización Agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 1(2): 85-98.

Oliver, A.L., Pedersen. J.F., Grant, R.J. and Klopfenstein, A. 2005. Comparative effects of the sorghum bmr-6 and bmr-12 genes: I. Forage sorghum yield and quality. Crop Sci. 45:2234-2239.

Osuna, C.E.S., J.S. Padilla, R., y F. Esquivel, V. 2000. Desarrollo de Sistemas de Producción Sostenible para uso y conservación de suelo y agua en las zonas áridas y semiáridas del norte-centro de México. SIHGO-CONACyT. Querétaro, México. 45 p.

Osuna, C.E.S., L. Reyes, M., M. Borja, B., C. Rojas, S., S. Arellano, A., R.V. García, H., A. Corrales, S. y M.A. Martínez G. 2015. Cultivos Alternativos con potencial Forrajero en Altas Densidades bajo temporal en Aguascalientes. Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags., Folleto Técnico Núm. 67. 32 p.

Reta, S.D.G., A. Gaytán M., J.S. Carrillo A. & Cueto W. 2003. Influencia de método de siembra y densidad de población en la formación de granos de maíz. Rev. Fitotecnia Mex. 26 (3), 5-7.

Rodríguez, R., H. Torres, H. Williams & N. Montes. 1994. Sorgo en doble hilera versus surcos sencillo en el Noreste de México. *Agron. Mesoamer. 5: 104-108.*

Singh, B.R., D.P. Singh. 1995. Agronomic and physiological response of sorghum, maize and Pearl millet to irrigation. Field Crops Res. 42: 57-67.

EVALUACIÓN DE VARIEDADES E HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays L.*) DE TEMPORAL PARA ENSILADO EN AGUASCALIENTES

Esteban Salvador Osuna-Ceja[1]

[1]Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes, INIFAP. Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas. Apartado Postal 20. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. osuna.salvador@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El ensilado de maíz es un forraje de uso común en las raciones del ganado bovino lechero y otros rumiantes. Sin embargo, en Aguascalientes, donde se desarrolla el sistema de lechería familiar, asociada a la agricultura de temporal, usualmente los productores utilizan materiales criollos de maíz con un bajo valor energético. De ahí la importancia de evaluar materiales de maíz con alto potencial forrajero en condiciones de temporal que prometan mejores características en contenido de grano, calidad de fibra y valor nutritivo que los hacen más deseables para obtener ensilajes de alto valor energético (Herrera *et al*., 1998; Contreras *et al*., 1999; Espinosa *et al*., 2008).

El maíz es un cultivo ideal para ensilar por su alto contenido de carbohidratos disponibles, su alto rendimiento de materia verde y su costo (Núñez *et al*., 1998). El empleo de alimentos conservados a través del ensilaje resulta muy atractivo por la flexibilidad que permiten para cubrir las necesidades de los animales, ya que posibilita la cosecha de los forrajes en etapas optimas del crecimiento para disponer de un alimento de calidad máxima. Este almacenamiento asegura una calidad casi uniforme de los alimentos (Mc Dowell, 1994). En forma similar Fuentes *et al*., (2001), indican que los ensilados conservan la tasa de humedad y su valor nutritivo. Además, permite el aprovechamiento total de la planta (Núñez *et al*., 1998). La importancia del uso del ensilaje de maíz en la alimentación animal, radica en que interviene de manera muy importante en la producción de leche y en la engorda de ganado bovino (Elizondo y Boschini, 2001). Además, mediante este método se utilizan alimentos que de otra forma se perderían (Fuentes *et al*., 2001), y se conservan alimentos con gran parte de su calidad original por un lapso de tiempo prolongado, de este modo pueden ser utilizados cuando se les necesite (Herrera *et al*., 1997).

Existen en México una gran cantidad de variedades e híbridos de maíz que son utilizados para ensilaje, por lo que los objetivos del presente trabajo fueron: i) Determinar la producción de forraje por hectárea en base a materia verde y materia seca y ii) Determinar el contenido de proteína cruda, la Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácido (FDA) de 17 variedades e híbridos maíz de temporal para ensilaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el verano 2015, se realizó el presente trabajo en el Sitio Experimental Sandovales, Ags., México. Se localiza en las coordenadas 22° 11' latitud Norte y 102° 20' longitud Oeste, a una altura de 2100 msnm, donde se registraron 466 mm de precipitación en el ciclo de cultivo; la temperatura media fue de 16.3 °C y el ciclo de cultivo de 110 días (finales de junio a mediados de octubre) (Medina *et al*., 2006); el suelo es de ± 0.30 m de profundidad, con menos de 1.0% de materia orgánica, textura franco arcillo-arenosa, 2% de pendiente y pH de 6.6 (Osuna *et al*., 2000). Se utilizaron 17 diferentes variedades e híbridos de maíz de madurez precoz e intermedia y de procedencia nacional y extranjera, para probar su comportamiento forrajero (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) ensilado, madurez y procedencia

Variedad	Madurez	Procedencia
ZS6008	Intermedia	AGRO-PRODUCTOS ACEVEDO
PARGO	Precoz	AGRO-PRODUCTOS ACEVEDO
DORADO TEMPORALERO	Precoz	AGRO-PAISA
GLADIADOR	Intermedia	GILBERTO RAMOS
AS722	Intermedia	MEGASEM
AS823	Intermedia	MEGASEM
SB-101	Intermedia	BERENTSEN
SBA-470	Precoz	BERENTSEN
CAFIME	Precoz	AGROFERZA
ALS-CAFIMECL	Precoz	ALS
ALS-CAFIME CS	Precoz	ALS
MAÍZ-CAFIME	Precoz	SEMILLAS GARCÍA
H-327	Intermedia	INIFAP
H-326	Intermedia	INIFAP
ABT-1227	Intermedia	MA. DEL SOCORRO ESPARZA
BD33	Intermedia	SEMILLAS Y SERVICIOS TÉCNICOS
V-209	Precoz	INIFAP

El terreno se barbecho y rastreó antes de la siembra, el cultivo anterior fue frijol de temporal. La siembra en condiciones de temporal y en suelo húmedo se realizó el 7 de julio. Las variedades e híbridos de maíz fueron sembradas con una sembradora fertilizadora de precisión. Se fertilizó al momento de la siembra con la dosis 40-40-00 de NPK y la densidad de población establecida fue de ± 47,000 plantas ha^{-1}. La unidad de producción por material fue de 14 surcos de 100 m

de longitud con una separación de 76 cm. Después de la siembra se aplicó un herbicida preemergente para el control de malezas y a los 25 días se dio un cultivo mecánico y se estableció el sistema de pileteo para la captación *in situ* del agua de lluvia.

Durante el ciclo de cultivo se cuantificaron las características fenológicas: número de días a la emergencia y a la floración. El control de plagas se hizo con una aplicación de insecticida; a los 20 dds se aplicó Disparo (Clorpirifos) en dosis de 1 L ha^{-1} para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Además, se registraron los datos climáticos diarios en una estación metereológica automatizada situada a 300 m de la parcela de variedades e híbridos de maíz.

Los materiales se cosecharon el 26 de octubre de 2015 a los 109 días después de la siembra. En cada unidad de producción por material se determinó el rendimiento de forraje verde, rendimiento de materia seca (MS) y la calidad de forraje en términos de concentración de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA), lignina, digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIV), digestibilidad *in vitro* de la (DFDN), energía neta de lactancia (ENL), entre otros. Se tomaron 5 muestras al azar en los diez surcos centrales en cada uno de los materiales, cuyo tamaño de muestra fue de 1.52 m^2. Por otro lado, se tomaron, muestras de 2 plantas de maíz en cada una de las cinco repeticiones de cada material. Las plantas se secaron a 60 °C hasta alcanzar peso constante, y después se molieron en un molino Wiley con una malla de 1 mm. Posteriormente, se tomó una porción de cada muestra para hacer una muestra única representativa y se enviaron al laboratorio de GILSA para su análisis bromatológico y determinar el contenido de PC, FDN y FDA y evaluar la calidad de forraje de las variedades e híbridos de maíz.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presentan los datos de temperatura máxima (Tmáx) y mínima (Tmín); en ésta se observa que la distribución diaria durante el desarrollo de las variedades e híbridos de maíz fluctúo entre 24 y 26 °C, para Tmáx y entre 6 y 11°C, para Tmín. Cabe señalar que tanto Tmáx como Tmín se mantuvieron constantes durante todo el desarrollo del cultivo. La precipitación estacional fue de 592 mm, 54% (320.6 mm) de ésta ocurrió durante el desarrollo del cultivo. De los 320.6 mm, 63% (202.6 mm) ocurrieron durante la etapa de desarrollo vegetativo y 37% (118 mm) durante las etapas de floración y reproductiva de los materiales; esto indica una distribución errática para las necesidades del cultivo.

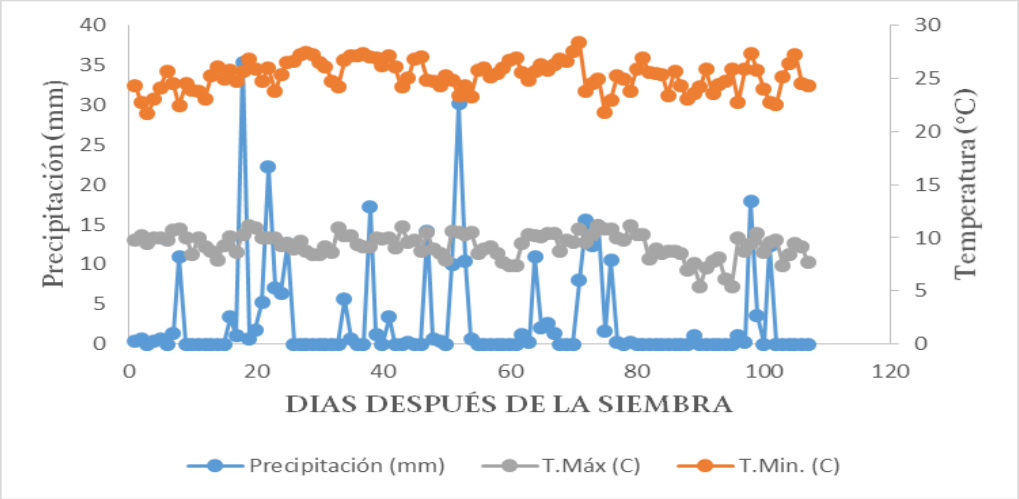


Figura 1. Temperatura máxima y mínima y precipitación diaria, durante el ciclo de cultivo de maíz de temporal. Sandovales, Aguascalientes. 2015.

En relación a las etapas fonológicas de las variedades e híbridos de maíz evaluados mostraron un comportamiento similar: En la emergencia, ésta osciló entre 7 y 9 días después de la siembra (DDS), el periodo vegetativo de 9 a 65 DDS, el inicio de floración osciló entre 60 y 65 DDS en las variedades V-209, CAFIME y DORADO TEMPORALERO y en el resto de los materiales su inicio de floración osciló entre 68 y75. Un comportamiento similar ocurrió, aunque con mayor variación, en el caso del número de días a la madurez fisiológica, en las variedades V-209, CAFIME y DORARADO TEMPORALERO el número de días osciló entre 92 y 95 DDS y en el resto de los materiales el número de días estuvo por arriba de los 100 DDS.

Rendimiento de biomasa verde (BV), materia seca (MS) y calidad de forraje

Los materiales que tuvieron mejor producción de forraje en base a BV (t ha^{-1}), tomando como criterio la media general de producción de forraje que fue de 36.7 t ha^{-1}, fueron el ABT-1227 (46.00), BD33 (45.20), PARGO (43.80), AS722 (43.22), DORADO TEMPORALERO (41.82), H-327 (41.13), H-326 (39.05), SBA-470 (38.18), ZS6008 (38.06) y GLADIADOR (36.86). El resto de los materiales se encontraron por debajo de la media. Estos materiales fueron ALS-CAFIME CS (34.95), AS823 (34.09), MAÍZ-CAFIME (33.63), SB-101 (32.75), ALS-CAFIME CL (31.99), CAFIME (23.41) y V-209 (20.04). Los resultados obtenidos (Cuadro 2) superan lo reportado por Osuna (2014), quien menciona que con poblaciones de 90,000 plantas ha^{-1} sembradas a cuatro hileras se obtenían rendimientos de 25 a 30 t ha^{-1} de BV. Sólo las variedades CAFIME y V-209 produjeron menos de 30 t ha^{-1} (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción de forraje y características de calidad de forraje de maíz de temporal (*Zea mays*) para ensilaje, Sandovales, 2015.

Variedad	BV (t ha^{-1})	MS (t ha^{-1})	Altura (m)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	ENI (Mcal kg^{-1})
ZS6008	38.06 ab	17.42* a	2.394 ab	8.1	42.5	27.8	1.32
PARGO	43.80* a	13.92* ab	2.330 ab	8.3	53.5	33.1	1.17
DORADO TEMPORALERO	41.82* a	13.90* ab	2.390 ab	9.6	43.5	29.6	1.28
GLADIADOR	36.86 abc	12.48* ab	2.360 ab	10.1	49.6	30.9	1.40
AS722	43.22 a	14.32* ab	2.730 a	9.4	49.4	33.0	1.33
AS823	34.09 abc	9.84 b	2.104 b	**11.4**	50.3	30.3	1.38
SB-101	32.75 abc	10.76 b	2.142 b	10.2	47.5	29.5	1.37
SBA-470	38.18 ab	10.64 b	2.384 ab	10.0	48.4	31.1	1.26
CAFIME	23.41 bc	11.62 ab	2.120 b	8.4	40.4	26.7	**1.47**
ALS-CAFIMECL	31.99 abc	8.86 b	2.108 b	9.0	46.2	30.6	1.39
ALS-CAFIME CS	34.95 abc	11.16 ab	2.320 ab	10.1	48.9	30.1	1.42
MAÍZ-CAFIME	33.63 abc	10.40 b	2.150 b	9.6	45.3	29.5	**1.53**
H-327	41.13* a	9.74 b	2.160 b	9.7	55.3	33.6	1.28
H-326	39.05 ab	10.40 b	2.270 ab	10.0	52.4	34.3	1.29
ABT-1227	46.00* a	12.56* ab	2.390 ab	10.2	51.1	33.2	1.34
BD33	45.20* a	10.26 b	2.286 ab	10.1	52.8	31.1	1.40
V-209	20.04 c	8.28 b	2.040 b	9.7	39.2	28.0	1.35
Media	**36.72**	**11.73**	**2.28**	**9.64**	**48.02**	**30.73**	**1.35**
CV (%)	**19.48**	**30.65**	**7.41**	**8.52**	**9.63**	**7.06**	**6.27**

- **Indica las variedades e híbridos más sobresalientes en cada rubro**
- **(a,b,c) Tratamientos con letras iguales no tienen diferencia (p≥0.05)**
- **BV-biomasa verde, MS- materia seca, PC-proteína cruda, FDN-fibra detergente neutra, FDA-fibra detergente ácido y ENI-energía neta para lactancia**

En relación a la producción de forraje en base a MS (t ha^{-1}), el promedio general obtenido fue de 11.73 t ha^{-1}, los materiales que superaron esta media fueron: ZS6008, AS722, PARGO, DORADO TEMPORALERO, ABT-1227 y GLADIADOR. El resto de los materiales tuvieron rendimientos inferiores a la media, dichos materiales son: CAFIME, ALS CAFIME CS, SB-101, SBA-470, H-326, MAÍZ-CAFIME, BD33, AS823, H-327, ALS CAFIME CL y V-209 (Cuadro 2). Los materiales que presentaron mejores contenidos de proteína fueron: AS-823 (11.4 %), SB-

101 (10.2 %), ABT-1227 (10.2 %), GLADIADOR (10.1 %), BD-33 (10.1 %), ALS-CAFIME CS (10.1 %), SBA-470 (10.0 %), H-326 (10.0 %), V-209 (9.7 %) y H-327 (9.7 %); el resto de los materiales se encuentran por debajo de la media general de contenido de PC que es de 9.64 %, dichos materiales son: DORADO (9.6 %), MAÍZ-CAFIME (9.6 %), AS-722 (9.4 %), ALS-CAFIME CL (9.0 %), CAFIME (8.4 %), PARGO (8.3 %) y ZS6008 (8.1 %) (Cuadro 2).

Es importante destacar que los materiales con mayor producción de PC (kg ha^{-1}) fueron ZS6008 con 1411.02, AS-722 con 1346.08, DORADO TEMPORALERO con 1334.4, ABT-1227 con 1281.12 y GLADIADOR con 1260.48 (Cuadro 3). Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Peña *et al*., (2015) quienes reportan contendidos de 8.9 % de PC en ensilajes de maduración blanda (estado masoso) para condiciones de riego. Como puede observarse, 14 materiales (82 %) de los 17 evaluados superaron al 8.9 % reportado por Peña *et al*., (2015). Así mismo, éstos datos superan el porcentaje reportados por Reta *et al*., (2010), quien menciona que, para ensilaje de maíz con maduración blanda, existe un contenido de 7.9 % de PC. En concentración de FDN, se observaron variaciones de 39.2 a 55.3 %, y para FDA de 26.7 a 34.3 %, respectivamente. Para FDN, por su menor contenido, formaron el grupo superior los materiales: V-209, CAFIME, ZS6008, DORADO, MAÍZ CAFIME, ALS-CAFIME CL y SB-101 con contenidos inferiores a 48.02 %. En contenido de FDA, los híbridos sobresalientes fueron CAFIME, ZS6008, V-209, SB-101, ALS-CAFIME CS, AS-823 y ALS-CAFIME CL con valores inferiores a 30.73 %.

CONCLUSIONES.

Los materiales ZS6008, AS722, PARGO, DORADO TEMPORALERO, ABT-1227 y GLADIADOR sobresalieron en rendimiento de forraje seco con producciones superiores a 11.73 t ha^{-1}.

Los materiales AS-823, SB-101, ABT-1227, GLADIADOR, BD-33, ALS-CAFIME CS, SBA-470, H-326, V-209 y H-326 sobresalieron en contenido de proteína por su mayor porcentaje que fueron superiores a 9.64.

En calidad del forraje sobresalieron V-209, DORADO TEMPORALERO, SB-101, SBA-470, CAFIME, MAÍZ CAFIME, ZS6008, AS-823, ALS CAFIME CS y ALS CAFIME CL, por su mayor digestibilidad y bajo contenido de fibras.

Los materiales evaluados en este estudio en general presentan buenas características en los parámetros estudiados, sin embargo, es necesario realizar nuevas investigaciones con los materiales más sobresalientes que consideren una evaluación donde se incorporen parámetros de producción animal.

BIBLIOGRAFÍA

Contreras, G.F.E., R. Faz, C., y G. Núñez H. 1999. Parcela demostrativa de nuevos híbridos de maíz y variedades de sorgo para ensilaje. En: Componentes Tecnológicos para la Producción de Ensilados de Maíz y Sorgo. G. Núñez, H., F. E. Contreras, G., R. Faz, C., y R. Herrera, de S. (Eds). SAGAR-INIFAP-CIRNOC-CELALA. pp. 30-46.

Elizondo, J., C. Boschini. 2002. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. Agronomía Mesoamericana. 13(1): 13-17.

Espinosa OVE, Rivera HG y García HLA. 2008. Los canales y márgenes de comercialización de la leche cruda producida en sistema familiar (estudio de caso). Vet. Mex., 39(1):1-16 p.

Fuentes, J., A. Cruz., L. Castro., G. Gloria., S. Rodríguez, B. Ortíz de la Rosa. 2001. Evalaución de variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilado. Agronomía Mesoamericana 12 (2): 193-197.

Herrera, S.R., F.E. Contreras, G., R. Faz, C., y G. Núñez, H. 1997. Resultados de evaluación de 17 híbridos de maíz y 8 variedades de sorgo en la Comarca Lagunera. III Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. Gómez Palacio, Dgo. Nov. 13, 14 y 15. 107-123.

McDowell, R.E. 1994. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Zaragoza. España, Ed. Acribia. 692. p.

Medina, G. G., L. H. Maciel P., J.A. Ruiz C., V. Serrano A. y M. M. Silva S. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Aguascalientes (Período 1961-2003). Libro Técnico No.2. INIFAP, Campo Experimental Pabellón, Fundación Produce, Ags., SAGARPA.

Núñez, H.G., F.E. Contreras, G., R. Faz, C. y R. Herrera y Saldaña. 1998. Producción de maíz para ensilaje de alto valor energético y su impacto en la producción de leche. Memorias de la IV Conferencia Internacional sobre Nutrición y Manejo. Grupo LALA. 14-32.

Osuna, C.E.S. 2014. Rendimiento y calidad de forraje de maíz y sorgo de temporal a cuatro y seis hileras en Aguascalientes. Informe Técnico. CEPAB-CIRNOC-INIFAP. 15 p.

Osuna, C.E.S., J.S. Padilla, R., y F. Esquivel, V. 2000. Desarrollo de Sistemas de Producción Sostenible para uso y conservación de suelo y agua en las zonas áridas y semiáridas del norte-centro de México. SIHGO-CONACyT. Querétaro, México. 45 p.

Peña, R.A., O.I. Santana, y O. Ruiz, A. 2015. Evaluación de híbridos comerciales para forraje en Aguascalientes, 2014. Informe Técnico. CEPAB-CIRNOC-INIFAP. 17 p.

DENSIDAD DE SIEMBRA DEL TRIGO VARIEDAD NORTEÑA F2007 EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

Héctor Manuel Cortinas Escobar[1*] y Héctor Eduardo Villaseñor Mir[2]

[1*]Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Carretera Matamoros-Reynosa, km 61, Río Bravo, Tamaulipas. C.P. 88900. [2]Campo Experimental Valle de México, km.13.5 de la carretera Los Reyes-Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, C.P. 56250. *Autor para correspondencia: cortinas.hector@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La región agrícola del norte de Tamaulipas comprende un área de un millón de hectáreas en las cuales se desarrollan diversas actividades agropecuarias y forestales. De ésta superficie, un 70 % se ubica en áreas de temporal y el 30% tiene riego. En ésta región se practica el monocultivo de sorgo (700 mil ha) y en menor escala maíz (70 mil ha). El 70 % del sorgo se cultiva en condiciones de temporal y el 30 % bajo riego; el maíz se cultiva en condiciones de riego. El monocultivo puede ocasionar graves problemas fitosanitarios y de deterioro de los suelos, de tal magnitud que llegan a reducir significativamente la rentabilidad de los cultivos. Para evitar ésta situación es conveniente establecer un sistema de rotación con cultivos alternativos como el trigo harinero (*Triticum aestivum*) (CERIB-INIFAP, 2013). En los últimos años se han desarrollado nuevas variedades de trigo (Sánchez y Cortinas, 2009; INIFAP, 2012; Cortinas y Villaseñor, 2014), por lo cual es necesario actualizar algunos componentes de su tecnología de producción, tales como la densidad de siembra de semilla. La recomendación actual de densidad de siembra para trigo indica que se deben sembrar 70 kg se semilla por hectárea (INIFAP, 2015), sin embargo, se desconoce si esta recomendación es aplicable a las nuevas variedades. Con base a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de la variedad de trigo harinero Norteña F2007 en condiciones de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció durante el ciclo O-I 2014/2015 en la localidad Campo Experimental Rio Bravo (CERIB, 25058`24" N, 98000`58" O) en condiciones de riego. La variedad utilizada fue Norteña F2007 (Villaseñor *et al*., 2012), la cual está recién incluida en el paquete tecnológico para la producción de trigo en el norte de Tamaulipas. Los tratamientos de densidad de siembra evaluados fueron: 40, 60, 80, 100, y 120 kg de semilla por hectárea. La siembra se realizó en forma manual el 16 de diciembre de 2014. La parcela útil consistió en 2 surcos de 3 m de longitud y 30 cm de ancho. El suelo en el cual se estableció el experimento corresponde a una textura franco-limosa con 1.53 % de materia orgánica y pH 8.2. La fertilización consistió en aplicar en presiembra 130 kg ha^{-1} de nitrógeno, 40 de fósforo y

1.0 t ha^{-1} de estiércol ovino. Durante el desarrollo del cultivo se aplicaron tres riegos, uno después de la siembra y dos de auxilio en las etapas de pre-floración y de llenado de grano, respectivamente. Los tratamientos de densidades de siembra fueron evaluados bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. El manejo agronómico del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones del paquete tecnológico para producir trigo, generado por el CERIB (INIFAP, 2015; Cortinas *et al*., 2014). Se evaluó el comportamiento agronómico de los genotipos mediante el registro de datos como: días al 50 % de espigamiento y cosecha, altura de planta, reacción a roya de la hoja según la escala utilizada por el CIMMYT (Roelfs *et al*., 1992) y rendimiento de grano al 12 % de humedad. Los datos obtenidos en cada localidad fueron procesados mediante análisis de varianza utilizando el Paquete de diseños experimentales FAUANL (Olivares, 1994) y la comparación de medias se efectuó mediante la prueba DMS ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de cinco densidades de siembra con la variedad de trigo harinero Norteña F2007, en la localidad CERIB bajo condiciones de riego. Los días a espigamiento se registraron en un rango de 72 en la densidad de siembra de 100 kg ha^{-1}, a 76 en las densidades de 40 y 60 kg ha^{-1}, con un promedio de 75 días a floración después de la siembra. Los días a madurez de cosecha se presentaron en un rango de 104 en las densidades de 80 y 100 kg ha^{-1}, a 107 días en la densidad de 60 kg ha^{-1}, con un promedio de 105 días a la madurez después de la siembra. En lo que se refiere a la altura de planta, ésta se registró en un rango de 77 cm en la densidad de 40 kg ha^{-1}, a 83 cm en la densidad de 80 kg ha^{-1}, con un promedio de 79 cm y sin diferencias significativas. La reacción a roya de la hoja se registró con una variación de 20 MR en la densidad de 120 kg ha^{-1}, a 40 MR en la densidad de 100 kg ha^{-1}, con un promedio de 30 MR; todas las densidades de siembra evaluadas presentaron un nivel moderado en su reacción a roya. El rendimiento de grano se presentó en un rango de 2740 a 3712 kg ha^{-1} en las densidades de siembra de 40 y 80 kg de semilla/ha, respectivamente, con un promedio de 3101 kg ha^{-1}. El análisis de varianza (C.V.=6.4 %) efectuado para rendimiento detectó diferencia significativa entre las densidades de siembra evaluadas (DMS, $P<0.05$), destacando la densidad de 80 kg de semilla/ha por haber obtenido el mayor rendimiento de grano (3712 kg ha^{-1}); esta densidad de siembra fue estadísticamente superior en rendimiento al resto de las densidades evaluadas. De acuerdo a los resultados del presente estudio, la densidad óptima de siembra para la variedad Norteña F2007 en condiciones de riego (dos de auxilio) en el norte de Tamaulipas es de 80 kg de semilla por hectárea. Esta variedad presenta un alto potencial de

rendimiento y es tolerante a la roya de la hoja y roya amarilla, lo cual permite reducir los costos de producción al no aplicar fungicidas para su control (INIFAP, 2007).

Cuadro 1. Rendimiento y características agronómicas de la variedad de trigo Norteña F2007 en cinco densidades de siembra. CERIB, condiciones de riego. Ciclo O-I 2014/2015.

Densidad de siembra (kg de semilla/ha)	Días a 50 % de espigamiento	Días a madurez de cosecha	Altura (cm)	Reacción a roya	Rendimiento** (kg ha^{-1}) ***	
40	76	106	77	30 MR*	2740	c
60	76	107	78	30 MR	2933	bc
80	74	104	83	30 MR	3712	a
100	72	104	78	40 MR	2919	bc
120	74	105	80	20 MR	3201	b
Promedio	75	105	79	30 MR	3101	

*MR= Moderadamente Resistente
**Al 12 % de humedad en el grano
***Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, P< 0.05=374).
C.V.= 6.4 %

CONCLUSIONES

Para la variedad Norteña F2007 en condiciones de riego, el mayor rendimiento de grano (3712 kg ha^{-1}) se presentó con la densidad de 80 kg de semilla por hectárea; esta densidad de siembra fue estadísticamente superior en rendimiento al resto de las densidades evaluadas (40, 60, 100 y 120 kg de semilla por hectárea). El resto de las características estudiadas son muy similares en todas las densidades de siembra estudiadas, por lo que considerando los parámetros evaluados y con base en el presente trabajo, se recomienda sembrar esta variedad a 80 kg de semilla por hectárea.

BIBLIOGRAFÍA

CERIB-INIFAP. 2013. Informe técnico del proyecto: Demandas de investigación y validación de tecnología de productores agrícolas organizados del norte de Tamaulipas. Campo Experimental Río Bravo. INIFAP

Cortinas EHM y Villaseñor MHE. 2014. Reacción a roya y rendimiento de genotipos de trigo en el norte de Tamaulipas. Memorias del XVI Congreso Internacional y XVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Ixtapan de la Sal, Estado de México.

Cortinas EHM, Sánchez RC, Loera GJ, Rosales RE, Díaz FA y Villaseñor MHE. 2014. Producción de trigo en el norte de Tamaulipas. Desplegable para productores No.33. Campo Experimental Rio Bravo. INIFAP. CIRNE.

INIFAP. 2007. Norteña F2007: Nueva variedad de trigo harinero de gluten fuerte y de alto rendimiento de grano para siembras de riego en el Norte y El Bajío. Reporte anual de investigación e innovación tecnológica 2007.

INIFAP. 2012. Programa Nacional de Investigación de Trigo.

INIFAP. 2015. Paquetes tecnológicos para la producción agrícola en el norte de Tamaulipas.

Olivares SE. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía. Marín, N.L.

Roelfs AP, Sing RP, and Saari EE. 1992. Rust diseases of wheat: Concepts and methods of disease management. Mexico, D.F. CIMMYT. 81 pages.

Sánchez CR y Cortinas EHM. 2009. Rendimiento y reacción a roya de 22 genotipos de trigo en el norte de Tamaulipas. Memorias de la IV Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal Saltillo 2009. Saltillo, Coahuila, del 19 al 24 de octubre de 2009.

Villaseñor MHE, Huerta EJ, Solís ME, Espitia RE, Ireta MJ y Galván LR. 2012. Norteña F2007, nueva variedad de trigo para siembras de riego en la región norte y El Bajío de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.3 Núm.1, p. 207-212.

EFECTO DE LA FERTILIZACION EN EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL TRIGO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

Héctor Manuel Cortinas Escobar[1*] y Héctor Eduardo Villaseñor Mir[2]

[1*]Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Carretera Matamoros-Reynosa, km 61, Río Bravo, Tamaulipas. C.P. 88900. [2]Campo Experimental Valle de México, km.13.5 de la carretera Los Reyes-Texcoco, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México, C.P. 56250. *Autor para correspondencia: cortinas.hector@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La producción de trigo en el norte de Tamaulipas es una opción rentable que puede contribuir a la diversificación de la agricultura regional y al establecimiento de un sistema de rotación de cultivos. Actualmente, el sistema de agricultura se basa en el monocultivo de sorgo (700 mil ha) y en menor escala en maíz (70 mil ha). La mayor parte de la superficie dedicada al sorgo se cultiva en condiciones de temporal (70 %) y una menor proporción bajo riego (30 %). La condición de monocultivo ocasiona graves problemas fitosanitarios y de deterioro de los suelos, lo cual reduce el potencial de rentabilidad de los cultivos. Con el propósito de revertir ésta circunstancia, es conveniente establecer un sistema de rotación utilizando cultivos alternativos como es el caso del trigo harinero (*Triticum aestivum*) (CERIB-INIFAP, 2013). En los últimos años se han desarrollado nuevas variedades de trigo (Sánchez y Cortinas, 2008a, 2008b, 2009; INIFAP, 2012, Cortinas y Villaseñor, 2014), para las cuales es recomendable actualizar algunos componentes de su tecnología de producción, tales como la fertilización necesaria para lograr los mejores rendimientos (Cortinas y Mariscal, 2013). En base a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización en el rendimiento y características agronómicas de cuatro variedades de trigo harinero en condiciones de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció durante el ciclo O-I 2013-2014 en el Campo Experimental Rio Bravo (CERIB, $25^0$58`24" N, $98^0$00`58" O) en condiciones de riego, en un suelo de textura franca con contenido medio de materia orgánica y pH 7.5. La fecha de siembra fue el 10 de diciembre de 2013. La precipitación ocurrida durante el desarrollo del cultivo (diciembre a mayo) fue de 146 mm, la cual se considera normal y dentro del promedio histórico para esta región y periodo. Las variedades que se evaluaron fueron Josecha F-07, Norteña F-07, Monarca F-07 y Sauteña F-01 en dos condiciones de suelo: 1) Fertilizado en presiembra con la fórmula 130-40-00, y 2) Sin fertilizar. Después de la siembra se aplicó un riego con lámina de 15 cm para favorecer la emergencia y se aplicó un riego de auxilio (lámina de 10 cm) en la etapa previa al espigamiento. La densidad de siembra fue de 70 kg de

semilla/ha. El manejo del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones del paquete tecnológico para producir trigo generado por el CERIB (INIFAP, 2015; Cortinas *et al*., 2014). Los datos obtenidos fueron: días al 50 % de espigamiento, reacción a roya según la escala utilizada por el CIMMYT (Roelfs *et al*., 1992), altura de planta, días a madurez de cosecha y rendimiento de grano. El diseño estadístico utilizado fue bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, considerando la condición de fertilización como parcela grande y las variedades como parcela chica. Los resultados de los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza utilizando el Paquete de diseños experimentales FAUANL (Olivares, 1994) y la comparación de medias se efectuó mediante la prueba DMS ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de 4 variedades trigo harinero con fertilización. En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de 4 variedades de trigo harinero con fertilización al suelo (130N-40-P-0K), en la localidad CERIB bajo condiciones de riego. La altura de planta se registró en un rango de 70 a 81 cm en Josecha F-07 y Sauteña F-01, respectivamente, con un promedio general de 74 cm. Los días a espigamiento se presentaron de 60 días en Josecha F-07 y Monarca F-07, a 67 en Sauteña F-01 y Norteña F-07. La madurez de cosecha se presentó de 98 días Josecha F-07, a 106 en Sauteña F-01. La reacción a roya fue de 30 MR en Norteña F-07 y Josecha F-07, y 40 MS en Sauteña F-07 y Monarca F-07, lo cual indica la presencia de roya y una reacción moderada. El rendimiento de grano al 12 % de humedad se presentó en un rango de 3879 a 4173 kg ha^{-1} en las variedades Josecha F-07 y Sauteña F-01, respectivamente, con un promedio de 4017 kg ha^{-1}. El análisis de varianza (C.V.= 8.9 %) no detectó diferencia significativa entre las variedades (DMS, $P<0.05$) de trigo con respecto a su rendimiento, por lo que se concluye que agronómicamente se comportaron de manera similar.

Cuadro 1. Rendimiento y características agronómicas de 4 variedades de trigo harinero con fertilización. Localidad CERIB, condiciones de riego, ciclo O-I 2013/2014.

Genotipo	Altura (cm)	Días a espigamiento	Días a madurez	Reacción a roya*	Rendimiento** (kg ha^{-1}) ***
Sauteña F-01	75	67	106	40 MS	4173 a
Monarca F-07	81	60	99	40 MS	4054 a
Norteña F-07	73	67	105	30 MR	3963 a
Josecha F-07	70	60	98	30 MR	3879 a
Promedio	74	64	102		4017

*MS= Moderadamente Susceptible; MR= Moderadamente Resistente
**Al 12 % de humedad en el grano
***Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, $P< 0.05$); C.V.= 8.9 %

Evaluación de 4 variedades trigo harinero sin fertilización. En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de 4 variedades de trigo harinero sin fertilización al suelo, en la localidad CERIB bajo condiciones de riego. Con respecto a la altura de planta, ésta se registró en un rango de 67 a 69 cm, con un promedio general de 68 cm. Los días a espigamiento y madurez fueron 65 y 102, respectivamente en todos los genotipos. La reacción a roya fue de 30 MR en Norteña F-07 y Josecha F-07, y 40 MS en Sauteña F-07 y Monarca F-07, lo cual indica la presencia de roya y una reacción moderada. El rendimiento de grano se presentó en un rango de 2986 a 3367 kg ha^{-1} en las variedades Monarca F-07 y Norteña F-07, respectivamente, con un promedio de 3197 kg ha^{-1}. El análisis de varianza (C.V.= 8.9 %) no detectó diferencia significativa entre las variedades (DMS, P<0.05) de trigo con respecto a su rendimiento, por lo que se concluye que agronómicamente se comportaron de manera similar.

Cuadro 2. Rendimiento y características agronómicas de 4 variedades de trigo harinero sin fertilización. Localidad CERIB, condiciones de riego, ciclo O-I 2013/2014.

Genotipo	Altura (cm)	Días a espigamiento	Días a madurez	Reacción a roya*	Rendimiento** (kg ha^{-1})***
Norteña F-07	69	65	102	30 MR	3367 a
Sauteña F-01	68	65	102	40 MS	3360 a
Josecha-F-07	67	65	102	30 MR	3076 a
Monarca F-07	69	65	102	40 MS	2986 a
Promedio	68	65	102		3197

*MS= Moderadamente Susceptible; MR= Moderadamente Resistente
**Al 12 % de humedad en el grano
***Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, P< 0.05); C.V.= 8.9 %

Comparación del rendimiento de 4 variedades de trigo con y sin fertilización. En el Cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de 4 variedades de trigo harinero con y sin aplicación de fertilización. En la Figura 1 se presenta el comportamiento del rendimiento de grano de las 4 variedades evaluadas con y sin fertilización. El promedio de rendimiento de cada una de las variedades con y sin fertilización varió de 3477 kg ha^{-1} en Josecha-F-07 a 3766 kg ha^{-1} en Sauteña-F-01, y una media de 3607 kg ha^{-1}. El rendimiento promedio en las variedades fertilizadas fue 4017 kg ha^{-1}, mientras que las variedades sin fertilización presentaron un promedio de 3197 kg ha^{-1}. El análisis de varianza para rendimiento de grano detectó diferencia significativa entre las condiciones con y sin fertilización, sin embargo, no detectó interacción entre variedades y fertilización. El rendimiento de grano se incrementó un 22 % cuando se

aplicó la dosis de fertilización 130N-40P-00K en las variedades de trigo evaluadas, en comparación con el tratamiento sin fertilización.

Cuadro 3. Rendimiento de grano de 4 variedades de trigo harinero con y sin fertilización. Localidad CERIB, condiciones de riego, ciclo O-I 2013/2014.

Genotipo	Con fertilización	Sin fertilización	Promedio
	Rendimiento (kg ha^{-1}) *	Rendimiento (kg ha^{-1}) *	(kg ha^{-1})
Sauteña-F-01	4173 a	3360 a	3766
Josecha-F-07	3879 a	3076 a	3477
Norteña-F-07	3962 a	3367 a	3665
Monarca F-07	4054 a	2986 a	3520
Promedio	4017 a	3197 b	3607

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, P< 0.05).

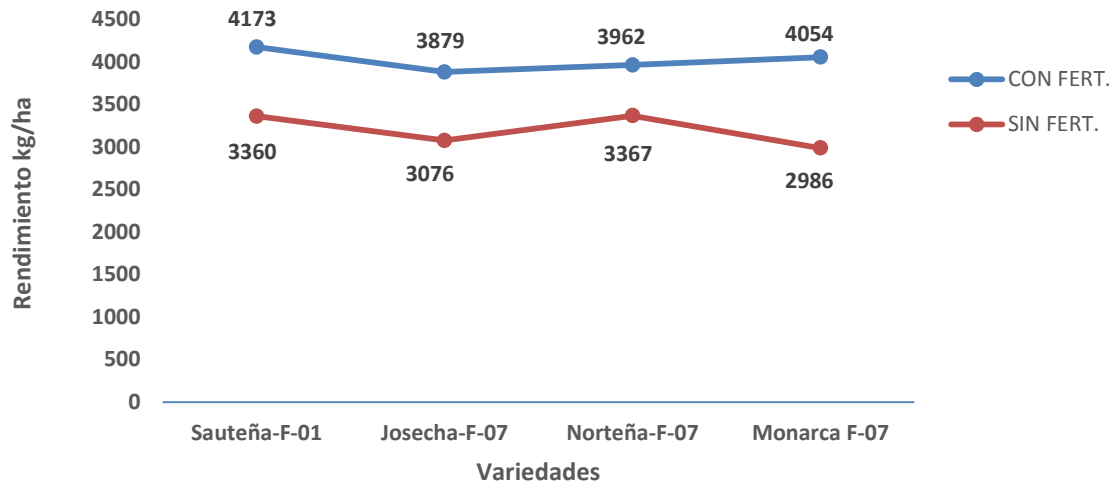


Figura 1. Rendimiento de 4 variedades de trigo harinero con y sin fertilización. Localidad CERIB, condiciones de riego, ciclo O-I 2013/2014.

CONCLUSIONES

En condiciones con fertilización 130N-40P-00K, el promedio de rendimiento de las 4 variedades evaluadas fue 4017 kg ha^{-1}; aunque no se observó diferencia estadística entre las variedades.

En condiciones sin fertilización, el promedio de rendimiento de las 4 variedades evaluadas fue 3197 kg ha^{-1}; no se encontró diferencia significativa entre las variedades.

No se detectó diferencia estadística de las variables altura de planta, días a espigamiento, días a madurez y reacción a roya entre las variedades ni entre las condiciones de fertilización.

Se observó respuesta a la fertilización nitrogenada en trigo, ya que el rendimiento promedio de grano de las cuatro variedades se incrementó un 22 % cuando se aplicó la dosis de fertilización 130N-40P-00K, en comparación con el tratamiento sin fertilización.

BIBLIOGRAFÍA

CERIB-INIFAP. 2013. Informe técnico del proyecto: Demandas de investigación y validación de tecnología de productores agrícolas organizados del norte de Tamaulipas. Campo Experimental Río Bravo. INIFAP

Cortinas EHM y Villaseñor MHE. 2014. Reacción a roya y rendimiento de genotipos de trigo en el norte de Tamaulipas. Memorias del XVI Congreso Internacional y XVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Ixtapan de la Sal, Estado de México.

Cortinas EHM, Sánchez RC, Loera GJ, Rosales RE, Díaz FA y Villaseñor MHE. 2014. Producción de trigo en el norte de Tamaulipas. Desplegable para productores No.33. Campo Experimental Rio Bravo. INIFAP. CIRNE.

Cortinas EHM y Mariscal PAL. 2013. Rentabilidad del cultivo de trigo en el norte de Tamaulipas. Memorias del Congreso RNIAF 2013. Veracruz, Ver.

INIFAP. 2012. Programa Nacional de Investigación de Trigo.

INIFAP. 2015. Paquetes tecnológicos para la producción agrícola en el norte de Tamaulipas.

Olivares SE. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía. Marín, N.L.

Roelfs AP, Sing RP, and Saari EE. 1992. Rust diseases of wheat: Concepts and methods of disease management. Mexico, D.F. CIMMYT. 81 pages.

Sánchez CR y Cortinas EHM. 2009. Rendimiento y reacción a roya de 22 genotipos de trigo en el norte de Tamaulipas. Memorias de la IV Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal Saltillo 2009. Saltillo, Coah., del 19 al 24 de octubre de 2009.

Sánchez CR y Cortinas EHM. 2008a. Perspectivas del cultivo de trigo en el norte de Tamaulipas, México. Memorias de la XLIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria III Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal Yucatán 2008. 3al 7 de noviembre de 2008. Mérida, Yucatán.

Sánchez CR y Cortinas EHM. 2008b. Difusión de tecnología de producción de trigo en el norte de Tamaulipas. Memorias de la XLIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria III Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal Yucatán 2008. 3al 7 de noviembre de 2008. Mérida, Yucatán.

EFECTO DE UN COMPLEJO HORMONAL Y MICRONUTRIENTES EN LA MANDARINA DANCY (*Citrus reticulata* Blanco var. Dancy)

Juan José Galván Luna [*1], M. A. Bustamante García [1], V. M. Reyes Salas [1], F. Aureoles Rodríguez [1], y M. G. Pérez Ovalle[1].

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura. Calzada Antonio Narro 1923 Buenavista, Saltillo, Coahuila, México CP. 25315.
*Autor responsable: doctorgalvanluna@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

La citricultura en México es una actividad de gran importancia económica y social: Se realiza en poco más de medio millón de hectáreas en regiones con clima tropical y sub-tropical en 23 entidades federativas. De esa superficie, aproximadamente 80% se destina a los denominados cítricos dulces, cuya producción es del orden de 4.9 millones de toneladas por cosecha, principalmente de naranja (83% del total), toronja (8%), mandarina (5%) y tangerina (4%) (SAGARPA, 2012).

En el mundo los principales países productores y exportadores de mandarina (*Citrus reticulata*) son China y España, México ocupa el lugar número 13 como productor con más de 450 mil toneladas de producción anual en promedio, según reportes de la División de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAOSTAT, 2012)

Veracruz, Puebla, Nuevo León y San Luis Potosí son los principales Estados productores de Mandarina en México, de los cuales Nuevo León ocupa el tercer lugar, con una producción de 41,488.22 toneladas según reportes del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2014).

Los reguladores de crecimiento se definen como compuestos orgánicos, naturales o sintéticos que modifiquen o inhiban en cierta cantidad el crecimiento o desarrollo de la planta, siempre que lo hagan de manera similar a como actúan las hormonas vegetales (Lluna, 2006).

La mandarina presenta alternancia en la producción, de manera que a cosechas abundantes de fruto pequeño siguen cosechas pequeñas de fruto grande, pero de muy baja calidad por lo que es necesario realizar prácticas como el anillado de ramas, aclareo de frutos, pulverizaciones con reguladores de crecimiento para corregir este irregular comportamiento productivo (Gómez, 2011).

Biozyme* TF es un producto natural clasificado como regulador del crecimiento vegetal que al aplicarlo a las plantas en desarrollo, acelera su crecimiento e incrementa el número y tamaño de frutos y con ello aumenta el rendimiento así como la calidad de la cosecha (Arysta, 2014)

POLIQUEL*MULTI es un fertilizante foliar quelatado de alta solubilidad, formulado con un complejo de varios agentes quelatantes o secuestrantes que acomplejan el Magnesio, Hierro, Manganeso y Zinc. Su aplicación permite prevenir las deficiencias nutricionales de los elementos menores y balancea la nutrición general de las plantas, para obtener mejores rendimientos y calidad de cosecha (Arysta, 2014)

Objetivos

Evaluar los efectos del complejo hormonal “Biozyme ® TF” y micronutrientes en el rendimiento y calidad de la mandarina dancy e Identificar las mejores dosificaciones aplicadas que den como resultado un mayor rendimiento y calidad de la mandarina Dancy.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica del sitio experimental

Los experimentos se realizaron en el periodo enero – Diciembre 2014, en árboles de mandarina del cultivar “Dancy” de 14 años de edad, ubicados en la huerta de la hacienda “La Española” de Montemorelos, N.L., con una altitud de 423 msnm y una precipitación de 600 a 1000 mm.

Se trabajó con un suelo no Salino, arcilloso, con un pH de 7.1, rico en materia orgánica, con una densidad aparente de 1.19 gr/cm3, árboles con nivel deficiente de nitrógeno, magnesio y zinc, óptimo en cuanto a las concentraciones de potasio, calcio, hierro y cobre; bajo en manganeso, con riego rodado y agua proveniente del río.

Clima

Montemorelos NL; por su temperatura predomina un clima semi-calido con unas temperaturas promedio anual de 18ºC a 22ºC y por su grado de humedad, como sub-húmedo, con lluvias intermedias en verano e invierno, de acuerdo a la clasificación climática de Koppen modificado por (García, 2004).

Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Cantidad aplicada por producto				
	Agua	**Bionex**	**Biozyme TF**	**Poliquel Zinc**	**Poliquel Multi**
1	testigo				
2	8 lts.	16 ml.	8 ml.		
3	8 lts.	16 ml.	8 ml.	16 ml.	
4	8 lts.	16 ml.	8 ml.	24 ml.	
5	8 lts.	16 ml.	8 ml.		32 ml.

Método de aplicación

El método quedó determinado por las condiciones del clima que prevalecía en ese momento, cuidando que el factor viento y temperatura, no tuviera mucha variación a la hora de aplicación, se aplicó con una mochila, se realizó en forma directa al follaje, casi a punto de goteo y en forma homogénea al árbol.

Fechas y momento de aplicación

Las fechas de aplicación fueron:

La primera aplicación fue el 20 de enero del 2014 entre 9:00 am y 11: 00 am para evitar la evaporación del ingrediente activo.

La segunda aplicación fue el 6 de febrero del 2014, se aplicó entre las 9:00 am y 11:00 am.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, 5 tratamientos con 4 repeticiones obteniendo un total de 20 observaciones, utilizando la prueba Tukey (P≤0.05) con el paquete estadístico SAS (2000).

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso del fruto:

De acuerdo al análisis de varianza hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos para esta variable, (figura 1); el tratamiento 4 (8 ml del complejo hormonal y 24 ml

de Poliquel zinc) presenta un incremento de 25.737 g comparando con el testigo. Lo anterior confirma los resultados obtenidos por (Tolentino, 2010) obtiene un incremento de 20.94 g inferior al de este experimento.

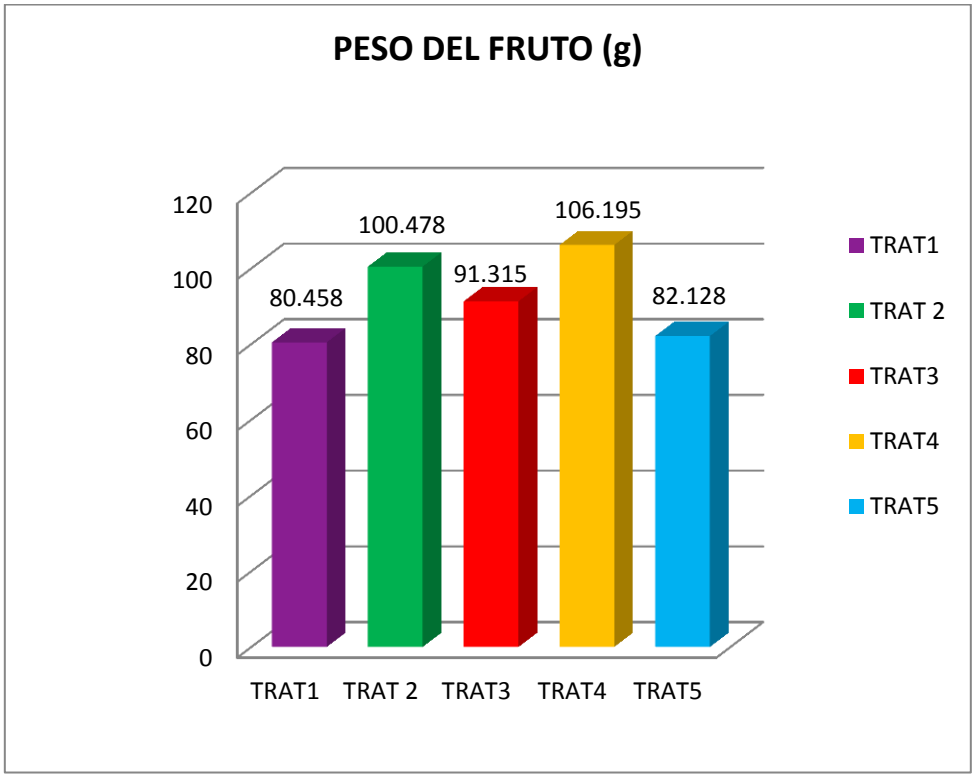


Figura 1. Peso del fruto en mandarina 'dancy' en Montemorelos N. L. con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

Diámetro ecuatorial:

De acuerdo de análisis de varianza se encontró que hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos, (figura 2). Resultando el mejor tratamiento el 4 (8 ml del complejo hormonal y 24 ml de Poliquel zinc) con mayor diámetro ecuatorial, presenta una media de 6.17 cm mayor que el testigo con una media de 5.73 cm. Comparando con el testigo sin aplicación existe un incremento de 0.44 cm. Lo anterior confirma los resultados obtenidos por (Rodríguez, 2008). En donde obtiene un incremento de 1.8 cm superior al obtenido en este experimento.

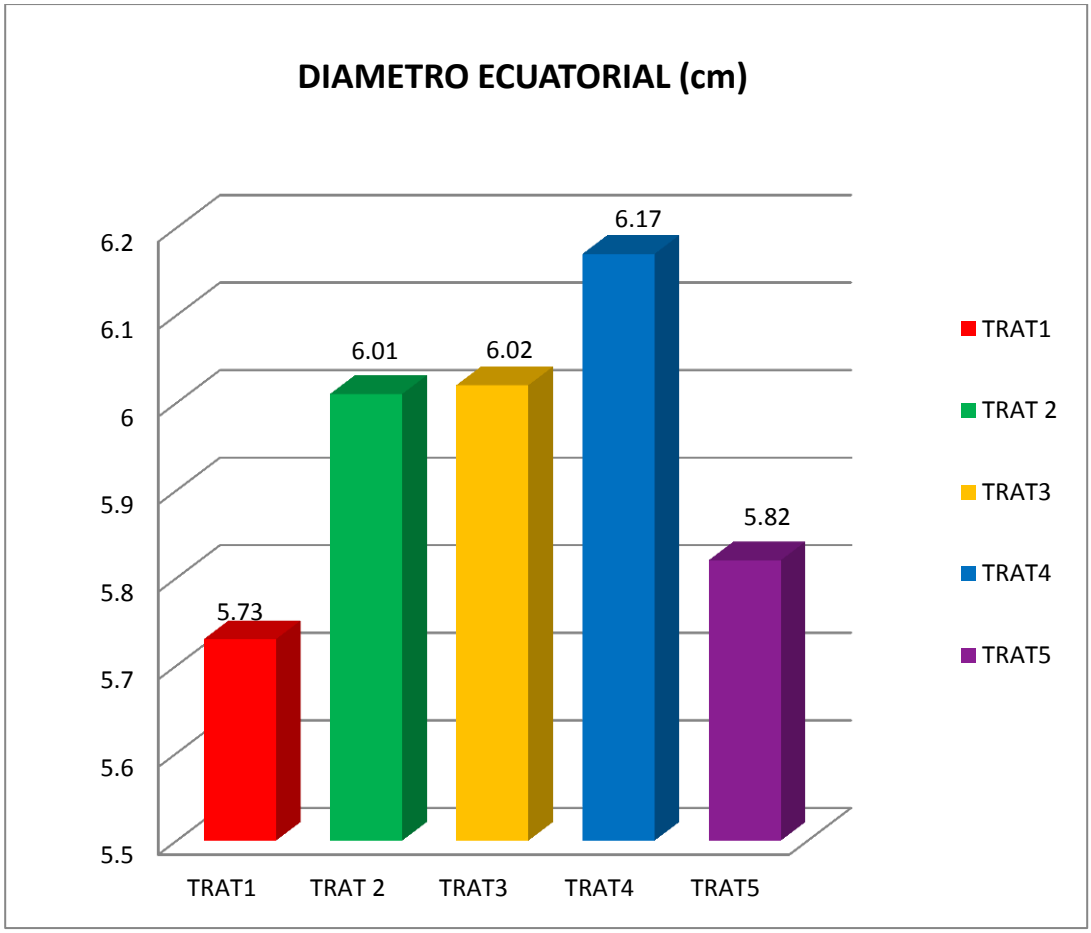


Figura 2. Diámetro ecuatorial del fruto en mandarina 'dancy' en Montemorelos N. L. con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

Sólidos solubles (° Brix):

En esta variable no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para la concentración de azucares (°Brix) (figura 3); sin embargo el que resulta mejor es el tratamiento 4 (8 ml del complejo hormonal y 24 ml de Poliquel zinc) presentando una media de 11.5 °Brix el cual es mayor al compararlo con el testigo que tiene como media 11.1 °Brix, resultados que superan los trabajos experimentales realizados por (Guardiola et; al, 2000) obteniendo una media de 9.025 °Brix, de la misma forma por (Vázquez, 2009) con una media de 10.20 °Brix , (Tolentino, 2010) una media de 10.9°Brix y (Mateus y Orduz, 2015) con una media de 10.8 °Brix.

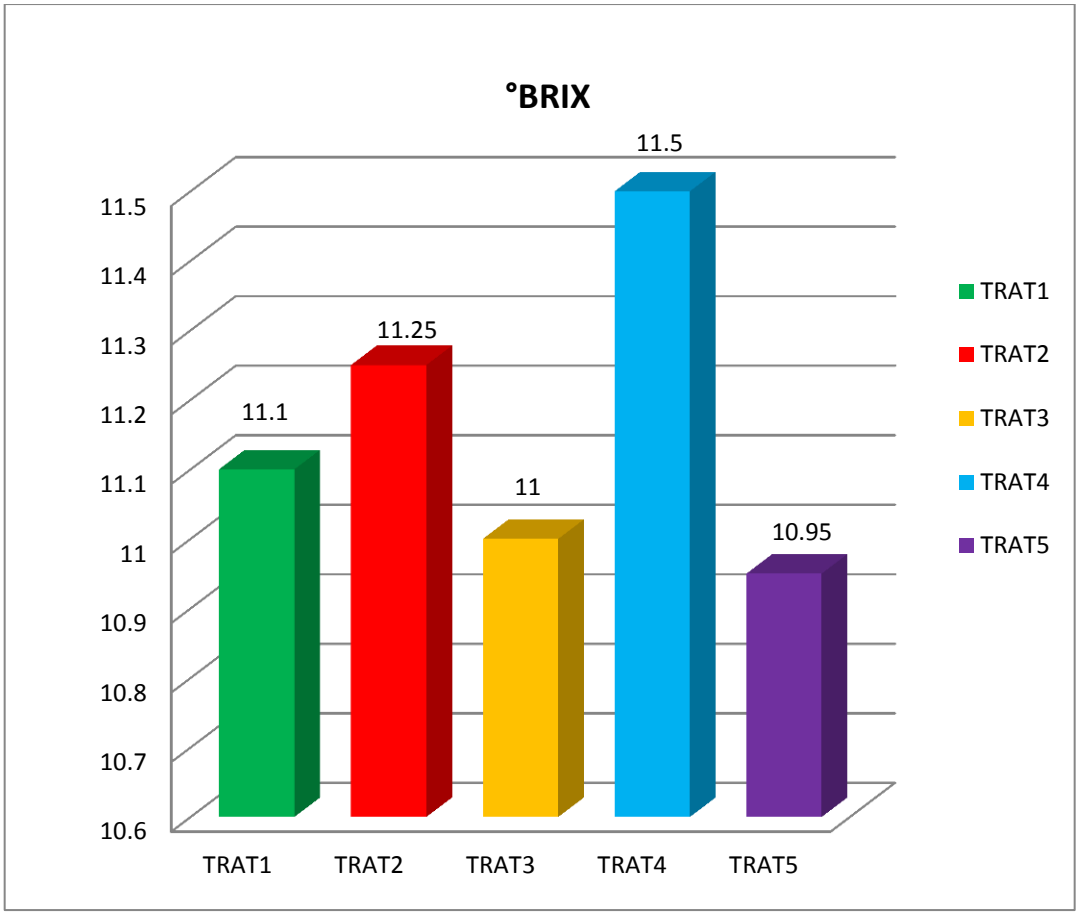


Figura 3. Contenido de sólidos solubles (°Brix) del fruto en mandarina 'dancy' en Montemorelos, N. L. con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

CONCLUSIONES

Los efectos del complejo hormonal (Biozyme) y micronutrientes (Poliquel zinc y Poliquelmulti), presenta efecto positivo y progresivo en algunos parámetros de calidad de la mandarina "dancy".

BIBLIOGRAFIA

ARYZTA LifeScience, 2014. Catálogo de productos agroquímicos.

FAOSTAT (2012) Producción mundial de mandarina http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es

García E., 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Kopen. Instituto de Geografía. UNAM. México.

Gómez G. 2011. El cultivo de la mandarina (Citrus reticulata) en el municipio de Martínez de la Torre Veracruz [tesis]. [Veracruz]: Universidad Veracruzana

Guardiola, J. 2000. Regulation of flowering and fruit development: Endogenous Factors and exogenous manipulation. Proc. Citrus Int Soc 1: 342-346.

Lluna D. R.; 2006. Hormonas vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta, tecnología de la producción. Citado el 2 de septiembre del 2010 de:http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Reguladores%20genea.pdf

Mateus-Cagua D, Orduz-Rodríguez JO. 2015 Mandarina Dancy: una nueva alternativa para la citricultura del piedemonte llanero de Colombia. Corpoica Cienc Tecnol Agropecu. 16(1): 105-112

SAGARPA (2012) Importancia nacional de cítricos. (www.sagarpa.gob.mx/importancia/nacional/citricos.pdf

Rodríguez, Víctor A. - Martínez, Gloria C. - Mazza, Silvia M. - Alvarenga, Luis - Ortiz, María L. 2008 Reguladores de Crecimiento, su Efecto sobre la Productividad de Mandarinas Clemenules. Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE. Sargento Cabral 2131 - (3400) Corrientes – Argentina.

SAS Institute. 2000. SAS / STAT version 8.0. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA

SIAP (2014) Producción nacional de mandarina http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/

Tolentino C. A. 2010. Uso de un complejo hormonal y micronutrientes en dos momentos de la floración en naranja “valencia” Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah., Méx.

Vázquez R. F. 2009. Uso de un complejo hormonal y micronutrientes en naranja “valencia” Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah., Méx.

VALIDACIÓN DE LINEAS ELITE Y VARIEDADES DE CARTAMO DEL TIPO OLEICO EN EL SUR DE SONORA.

[1]Xochilt M. Ochoa Espinoza, [1]Nestor Aguilera Molina, [1]Lope Montoya Coronado, [3]Eva Ávila Casillas y [4]Carlos Cota Barreras.

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug.
[3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de Mexicali.
[4]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Todos Santos.
ochoa.xochilt@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

A principios del año 2001 en el sur de Sonora, México la enfermedad llamada falsa cenicilla *Ramularia carthami*, afectó aproximadamente en un 60% la producción de cártamo, pero en algunas localidades del sur de Sonora el daño fue del 90% (Armenta, 2008). A partir de este ciclo, esta enfermedad continuó afectando a este cultivo en todas las zonas productoras de esta oleaginosa en México (Montoya, 2010). Posterior a su aparición en Sonora, se identificó en la región de Culiacán, Guamuchil y Los Mochis en Sinaloa, Valle de Santo Domingo en Baja California Sur y de Mexicali en la Baja California, área de Ocotlán en Jalisco y en el sur de Tamaulipas, en donde también se registraron pérdidas del orden hasta del 100%. En esos años, a nivel internacional y de forma comercial no existía tecnología para la prevención y control de ésta enfermedad, así mismo, tampoco existían variedades que al menos toleraran el efecto de esta. Considerando que la manera más económica para solucionar este tipo de problemas, a partir del año 2001, el Programa de Mejoramiento Genético de Cártamo del Campo Experimental Nornan E. Borlaug - CIRNO-INIFAP, inició los trabajos de cruzamientos para la generación de variedades tolerantes a falsa cenicilla. Como resultado de estos trabajos, en el año 2008 se liberaron 4 variedades del tipo linoleico y una del tipo oleico con la característica de alta tolerancia a cenicilla, alta calidad industrial y con adaptación amplia a todas las zonas productoras de cártamo del país. Posteriormente en el 2012 estas perdieron su tolerancia a dicha enfermedad y en el 2015 se liberó la variedad Chey-Ol con alto contenido de aceite; el mercado busca principalmente las variedades del tipo oleico y por lo anterior el programa de mejoramiento genético de cártamo del CENEB se ha enfocado a la formación de este tipo de materiales y actualmente cuenta con varias líneas élite con alto rendimiento, calidad y tolerantes a la falsa cenicilla. Por lo tanto el objetivo de este trabajo fue validar el comportamiento de 28 líneas élite y dos variedades de cártamo del tipo oleico bajo condiciones

de riego en el estado de Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el ciclo otoño-invierno 2014/2015 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, localizado en el block 910 del Valle del Yaqui, Sonora. Está ubicado en las coordenadas 27º 22´latitud Norte y 109º 55´ longitud Oeste del meridiano de Greenwich a una altura de 40 msnm, el suelo es de textura arcillosa con problemas de compactación y conocido en la región como barrial compactado (Jiménez, 1999). Se utilizó una densidad de población de 15 plantas por metro lineal; el manejo agronómico del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones del INIFAP para la región. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones; el tamaño de la parcela experimental fue de 4 surcos de 6 m de largo, con 80 cm de distancia entre surcos (19.2 m^2); como parcela útil se utilizaron 4 m de los dos surcos centrales (6.4 m^2). La siembra se realizó en húmedo, el día 10 de Febrero de 2016. Se evaluaron 28 líneas del tipo oleico (Cuadro 1) y las variedades comerciales S-334 y CIANO OLEICA. Se aplicaron tres riegos de auxilio, se realizó un cultivo mecánico y un deshierbe manual, se fertilizó con la fórmula 150-52-00. Para el control de plagas se aplicó lambda-cihalotrina 300 ml/ha + clorpirifos 1 lt/ha para chinches y larvas en etapa de plántula y roseta y en etapa de ramificación para chiche ligus. Para enfermedades no se realizaron aplicaciones preventivas ni curativas, ya que se pretendía ver la reacción de estas. Las variables que se midieron en campo fueron los días a floración, altura de planta, respuesta a cenicilla (en escala de 0 a 10, donde 0= cero daño y 10= 100% de daño), peso hectolitrico, porcentaje de aceite (se midió con el aparato Foss Tecator) y rendimiento de grano. Se realizó un análisis varianza y prueba de comparación de medias DMS con un $\alpha = 0.05$, usando el paquete estadístico Nuevo Leon.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presentan las variables agronómicas de las líneas y variedades evaluadas. Se observa que son pocos los días de diferencia entre los materiales en cuanto a floración de 91 a 100 días; la altura de la planta varió de 90 a 110 cm entre los materiales, por lo tanto en estas variables no hubo diferencia significativa entre ellas. La falsa cenicilla se presentó en todos los materiales y en los testigos, excepto en la línea CCC1572-1-1-0Y que presentó cero por ciento de enfermedad lo que indica que es tolerante a falsa cenicilla como se muestra en el Cuadro 1. La humedad relativa superior al 70% y temperaturas entre 15 a 25 °C favorecen la formación de las estructuras reproductivas del patógeno (Pérez *et al*., 2004). Coincide con

Armenta en el 2007, menciona que las condiciones que favorecen la incidencia de la falsa cenicilla son días con HR>90 % y temperatura de entre 15 y 25 ºC. Montoya en el 2010, liberó variedades con tolerancia a falsa cenicilla, con buen potencial de rendimiento y con características agronómicas similares a estas líneas, sin embargo estas perdieron su tolerancia 4 años después por lo que menciona que hay que continuar con el mejoramiento genético de este cultivo.

Cuadro 1. Características Agronómicas de líneas y variedades de Cártamo en el Sur de Sonora. Ciclo O-I 2015-2016. CENEB-CIRNO-INIFAP.

Nº	Líneas y Variedades	Días a floración	Altura (cm)	*Cenicilla (0-10)	**Rendimiento Kg/ha
28	CCC1572-1-1-0Y	95	90	0	2012 A
25	C-67-0Y	93	95	8	1990 A
13	CCC1642-1-1-1-0Y	97	100	6	1969 AB
30	S-334 (T)	93	100	7	1944 ABC
4	C-30-1-0Y	95	100	8	1933 ABC
15	CCC-1564-1-1-1-1-1-0Y	93	95	6	1932 ABC
17	CC1631-1-1-1-0Y	95	90	6	1924 ABC
6	C-57-2-0Y	93	105	5	1884 ABCD
1	CCC-1672-1-1-0Y	95	100	5	1879 ABCD
20	C-32-0Y	94	100	6	1877 ABCD
27	C-72-0Y	93	110	5	1870 ABCD
21	C-37-0Y	91	95	5	1868 ABCD
24	C-65-0Y	97	95	7	1845 ABCD
9	C-72-1-0Y	96	110	6	1810 ABCD
2	C-15-2-0Y	93	90	6	1806 ABCD
23	C-63-0Y	97	95	5	1788 ABCD
11	CCC-1633-1-1-1-0Y	100	100	7	1739 ABCDE
18	CCC-1635-1-1-1-0Y	100	105	5	1713 ABCDE
22	C-62-0Y	97	95	5	1701 ABCDE
7	C-59-1-0Y	93	105	5	1664 ABCDE
3	C-27-1-0Y	97	95	6	1661 ABCDE
16	CC-1644-1-2-0Y	95	90	6	1655 ABCDE
19	C-31-0Y	96	95	5	1645 ABCDE
29	CIANO OLEICA (T)	97	110	6	1634 ABCDE
8	C-31-1-0Y	98	100	7	1558 BCDE
10	C-77-1-0Y	95	85	8	1539 CDE

26	C-71-0Y	98	90	5	1525 CDE
5	C-54-0Y	93	95	7	1484 DE
12	CCC-1639-1-1-1-0Y	95	90	6	1320 EF
14	CCC-1651-1-1-1-2-0Y	100	95	6	1054 F

*0 = CERO DAÑO, 10 = 100% DE DAÑO (Ramírez, 2006).

**C.V= 17.55 %

**DMS= 427.68

**α= 0.05

T=Testigo

Con respecto al rendimiento de grano, el análisis estadístico detectó diferencias significativas entre materiales, con un coeficiente de variación de 17.5 %, lo cual indica buena confiabilidad de los datos analizados (Cuadro 1). La línea élite CCC1572-1-1-0Y con 2012 kg/ha fue la de mayor producción de todo el grupo, siguiendo la línea C-67-0Y con 1990 kg/ha. El mejor testigo con 1944 kg/ha fue la variedad S-334, sin embargo esta variedad es muy susceptibles a falsa cenicilla y la línea CCC1572-1-1-0Y es tolerante a dicha enfermedad como se muestra en el cuadro 1. En cuanto a calidad los materiales este varió de 32.8 a 38.7 por ciento de aceite, donde el material C-63-0Y fue el de mayor contenido de aceite 38.7 (Cuadro 2). La industria requiere de materiales con un porcentaje de aceite arriba de 37, lo cual la línea con tolerancia a falsa cenicilla tienen un contenido de aceite de 37.2 y es aceptable por la industria.

Cuadro 2. Características de calidad de líneas y variedades de Cártamo en el Sur de Sonora. Ciclo O-I 2015-2016. CENEB-CIRNO-INIFAP.

Nº	Líneas y Variedades	Peso Hectolitrico	% Aceite	% Ácido Oleico
28	CCC1572-1-1-0Y	50	37.2	75.15
25	C-67-0Y	52	35.6	75.68
13	CCC1642-1-1-1-0Y	53	37.3	77.48
30	S-334	52	37.5	79.09
4	C-30-1-0Y	50	37.9	76.31
15	CCC-1564-1-1-1-1-1-0Y	48	36.0	76.35
17	CC1631-1-1-1-0Y	51	33.6	76.31
6	C-57-2-0Y	50	36.1	74.70
1	CCC-1672-1-1-0Y	53	37.0	75.89
20	C-32-0Y	52	36.3	77.17
27	C-72-0Y	50	32.8	72.84

21	C-37-0Y	45	36.4	75.75
24	C-65-0Y	51	37.6	76.54
9	C-72-1-0Y	51	35.0	74.35
2	C-15-2-0Y	54	37.7	76.25
23	C-63-0Y	45	38.7	77.16
11	CCC-1633-1-1-1-0Y	52	36.4	77.41
18	CCC-1635-1-1-1-0Y	50	35.5	75.52
22	C-62-0Y	54	37.5	77.78
7	C-59-1-0Y	48	37.0	75.45
3	C-27-1-0Y	54	37.4	76.85
16	CC-1644-1-2-0Y	50	35.2	76.37
19	C-31-0Y	51	36.5	76.80
29	CIANO OLEICA	53	36.9	77.76
8	C-31-1-0Y	52	36.7	76.80
10	C-77-1-0Y	52	36.2	76.14
26	C-71-0Y	49	37.5	74.93
5	C-54-0Y	48	36.8	75.82
12	CCC-1639-1-1-1-0Y	55	35.3	77.60
14	CCC-1651-1-1-1-2-0Y	51	36.4	76.03

CONCLUSIÓN.

Debido a la pérdida de tolerancia a la enfermedad falsa cenicilla de las variedades y líneas élite de cártamo tanto nacionales como extranjeras, la producción de cártamo se encuentra en alto riesgo, por lo que fue necesario reiniciar con los procesos de mejoramiento genético para la formación de variedades de esta especie. En este trabajo se identificó la línea CCC1572-1-1-0Y con tolerancia a falsa cenicilla y un contenido de aceite de 37.2 aceptable por la industria, la cual es una opción para ser liberada como variedad del tipo oleico; además de utilizarla como germoplasma en los programas de mejoramiento genético.

BIBLIOGRAFIA.

Armenta, C. C. M. 2007. Exploración de las condiciones ambientales que intervienen en la patogénesis de la falsa cenicilla en el cultivo de cártamo en el valle del mayo, Sonora. Informe técnico 2006/2007. CEVY-CIRNO-INIFAP.

Jiménez, G.E. 1999. El Campo Experimental Valle del Yaqui: Su importancia en la producción agrícola en el Sur de Sonora. Folleto Informativo Nº 1. Cd. Obregón, Sonora, México. P:17.

Montoya C. L. 2010. El cultivo del Cártamo (*Carthamus tinctorius* L.*)* En México. Libro Técnico Núm. 5.

INIFAP-CIRNO. Obregón Sonora, México. 96 pp.

Pérez V. J., G. M. Avilés, P. J. Wong, S. J. Arrellano, T.J. Garzón, P. R. García 2004. Falsa cenicilla (*Ramularia carthami* Sacc) enfermedad de alto impacto en el cultivo de cártamo. Folleto para productores No. 51. INIFAP. Culiacán Sinaloa. pp. 3-7.

Ramírez A. A. 2006. Niveles de severidad e intervalos de aplicaciones para el control de la mancha foliar (Ramularia carthami) en cártamo en el valle del mayo, Sonora México. MEMORIA IX Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C. p. 119.

PRODUCTIVIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DE RIEGO EN UN MÓDULO DEL DISTRITO 017 REGIÓN LAGUNERA

Carlos Miguel Ramos Cruz[1], Gerardo Delgado Ramírez[3] Juan Estrada Avalos[2], Ignacio Orona Castillo[4], Enrique Miguel Valle[1]

[1]Tesista y asistente de investigador INIFAP CENID RASPA; [2] Investigador del programa Manejo de Cuencas CENID RASPA INIFAP; [3] Investigador del programa de Ingeniería de Riego CENID RASPA INIFAP; [4]Profesor Investigador de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (DEP-FAZ-UJED)
leugim8_88@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La principal problemática en la actualidad tanto en México como en el mundo es la disponibilidad de agua. A nivel mundial la disponibilidad promedio anual de agua es de 1 386 billones de hm^3, de los cuales el 97.5% es agua salada y sólo el 2.5% (35 billones de hm^3) es agua dulce, de esta cantidad el 70% no está disponible para consumo humano, porque se encuentra congelada en lo glaciares y se estima que solamente el 0.77% del agua dulce se encuentra de manera accesible para el ser humano (CNA, 2014, 2015).

La disponibilidad efectiva del agua sea ha visto reducida principalmente por los desequilibrios que ocasionan el incremento demográfico; los cambios en los patrones de consumo; la inseguridad alimentaria y la pobreza; los desastres naturales; consecuencias del cambio climático; el uso ineficiente en la agricultura y el aumento en los niveles de contaminación (Guzmán et al., 2006; PNUMA, 2012).

La ineficiencia en el riego agrícola de los Distritos de Riego en México ha traído grandes problemas humanos y administrativos desde 1978, entre ellos la mala operación del agua, debido a que los productores sobre-riegan sus cultivos, su nulo costo por los subsidios, la falta de mantenimiento de los canales (Mestries and Bonilla, 2010), lo cual se calcula que el 57% de este recurso se pierde en la red de conducción y a los métodos ineficientes de riego (Ríos et al., 2015).

La productividad del agua en los distritos de riego es clave para evaluar la eficiencia con la que es empleada en la producción de alimentos, que dependen de la eficiencia desde la conducción de la fuente de abastecimiento hasta las parcelas y la aplicación (CNA, 2012).

Desde este punto de vista los productores, más que usuarios del agua, se convierten en transformadores del recurso agua en bienes de consumo. Por eso se busca un incremento en la productividad del insumo agua en términos de maximizar el rendimiento del producto por unidad de volumen utilizado (Sánchez et al., 2006). En el presente estudio el objetivo es determinar la productividad del agua superficial en un módulo del Distrito de Riego 017 Región Laguna, para

identificar áreas de oportunidad y realizar acciones que nos llevan a una mejor eficiencia del agua utilizada para el riego de agua de río.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un módulo del Distrito de Riego 017 (DR 017) el cual se localiza en la Región Lagunera y se encuentra bajo la administración de la Comisión Nacional de Agua (SAGARPA, 2011), está integrado aproximadamente por un área máxima irrigable de 105, 000 hectáreas, y una máxima normal de 96, 000 ha, la cual en la actualidad varia año con año de pendiendo del volumen de agua superficial almacenado en la presa Lázaro Cárdenas a inicios del ciclo de riego (Saucedo, 2011).

Posee una infraestructura hidroagrícola de dos presas de almacenamiento, diversos tanques de almacenamiento, presas derivadoras y una red de distribución de canales y drenes de más de 1266 kilómetros para beneficio de 37,956 usuarios Figura 1 (García et al., 2010).

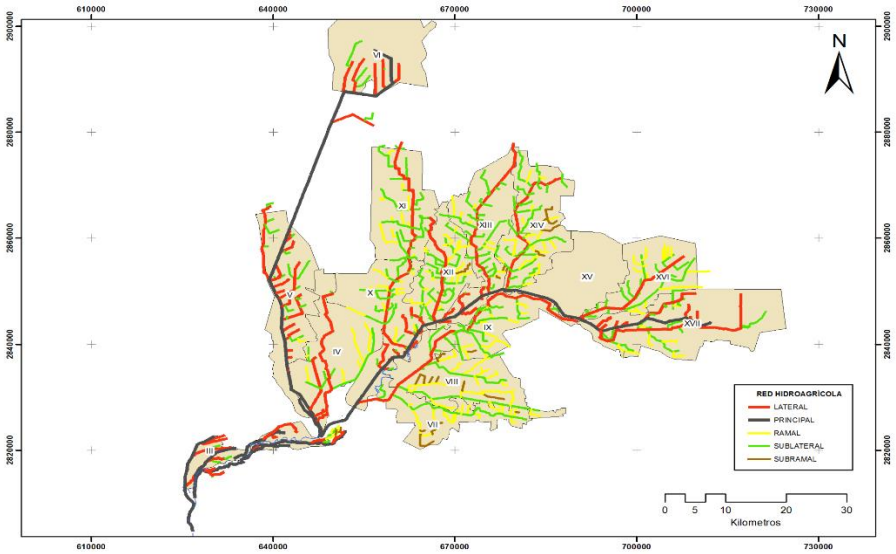


Figura 1. Distribución geográfica de los módulos de riego del DR-017

La evolución de la productividad del agua se realizó durante un ciclo agrícola del DR-017 que corresponde al periodo marzo- julio, en un módulo de riego, el cual se opera en 6 secciones y para el estudio se evaluaron 3 que son: sección inicial, la sección central y la sección final del módulo, de la cual la superficie evaluada vario ente los riegos de presiembra y primer auxilio principalmente debido a que muchos de los productores no están de acuerdo a que el agua se mida. La metodología general utilizada básicamente consistió en las siguientes actividades: 1) Levantamiento topográfico e inventario de la red principal hidroagricola del módulo 2) determinación de la eficiencia de la red de conducción 3) aforos parcelario y supervisión de

avances de riego 4) recolección de la información de rendimiento de los cultivos establecidos en el ciclo agrícola y 5) estimación de la productividad del agua.

1) Levantamiento topográfico e inventario de la red hidroagricola del módulo. Para esta actividad la colecta de la información de las parcelas, de red hidroagricola y de las diferentes estructuras de la red (como compuertas, vasos, represos) se obtuvieron con un equipo GPS de la marca Trimble® del tipo R3, el cual funciona en modo Diferencial con una precisión en horizontal de ± 10 milímetros + 1ppm RMS y vertical ± 20 milímetros +1 ppm RMS para levantamientos cinemáticos.

Una vez realizado el levantamiento en campo se procedió a realizar el ajuste en gabinete, debido a que el método de levantamiento fue con PPK Cinemático, el cual requiere de un post-proceso para disminuir el error, esto se realiza con el Software Trimble Business Center®, versión 2.0, para posteriormente ser proyectados en los distintos software para la elaboración de los planos con formato shapefile y CAD (Ramos et al., 2014).

2) Determinación de la eficiencia de la red de conducción. Para esta actividad se realizaron de manera sistemática un gran número de aforos Aguas Arriba y Aguas Abajo del canal principal, laterales, sublaterales hasta el canal parcelario teniendo en cuenta que no existiera alguna toma abierta entre los puntos de aforo. Para determinar la eficiencia en la red se planteó el siguiente procedimiento:

a) Área de canales revestidos: se midió la base menor (b), altura del espejo del agua (h) y la base mayo (B) con una cinta métrica y un estadal graduado para calcular el área con la siguiente ecuación:

$$A = \frac{B+b}{2} * h$$

b) Área de c**anales no revestidos:** se midió la longitud del espejo del agua y se dividió entre 4 para sacar las dovelas (b), para conocer altura del espejo del agua de cada dovela (h_1, h_2 y h_3) y se utilizaron las siguientes ecuaciones para conocer el área por dovela:

$$A1 = \frac{b * h}{h}$$

$$A2 = \frac{h1 + h2}{2} * b$$

c) Aforo de la red principal. Los aforos del canal principal y laterales se realizaron con un molinete mecánico de la marca OTT modelo C-20, el cual tiene un rango de medición de 0,025 a 10 m/s y una precisión de ± 2%.

d) Aforos de red menor. Los para canales parcelarios revestidos y no revestidos, así como canales con menor volumen de conducción se aforaron con un molinete digital de la marca Global Water modelo FP111, que tiene un rango de medición de 0.1 a 6.1 m/s.

e) Calculo de Eficiencia de Conducción. Esta actividad permite conocer la pérdida de agua de los distintos canales, desde la bocatoma hasta el canal parcelario, para esto se utilizó la siguiente formula:

$$EFc = \frac{\text{Caudal aguas abajo } + \sum caudales\ de\ distribución}{Caudal\ agua\ arriba}\ x\ 100$$

3) Aforos parcelarios y supervisión de avances de riego. Para esta actividad se supervisaron de manera diaria los avances de riego en las distintas parcelas evaluadas, para esto se realizaron aforos a pie de parcela con el fin de conocer el gasto de entrada y el tiempo de riego, en algunos casos donde no se puedo conocer el tiempo final o inicial del riego de unas parcelas se le preguntaba al canalero encargado del área para posteriormente calcular la lámina de riego con la siguiente formula:

$$Lr = \frac{\mathrm{Q} * \mathrm{Tr}}{Sup}$$

Donde:

Q es el gasto de entrada a la parcela; Tr es el tiempo de riego y Sup es la superficie de la parcela evaluada.

4) Recolección de la información de rendimiento de los cultivos establecidos en el ciclo agrícola. Esta actividad se realizó una vez concluido el ciclo agrícola y la etapa de evaluación del riego, para esto se seleccionaron parcelas al azar para poder realizar una encuesta a los productores sobre los rendimiento de los sus cultivos establecidos, o existieron casos donde se obtuvo el permiso para poder realizar una estimación de rendimiento.

5) Estimación de la productividad del agua. Para comparar los resultados obtenidos de los distintos rangos de consumo de agua y rendimientos de los distintos cultivos establecidos en el módulo, se calculó la productividad agronómica del agua aplicada (WP1). El cálculo de la WP en este trabajo se expresó en términos de rendimiento del cultivo (kg), mientras que en denominador su empleo el agua utilizada por riego (m^3) ambos concernientes a una hectárea, de acuerdo a la siguiente ecuación (González *et al*., 2014):

$$WP^1 = \frac{R\ (kg)}{I\ (m^3)}$$

Donde:

WP_1: Productividad del agua utilizada por riego

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la información obtenida durante el estudio se describen los resultados encontrados tanto para las eficiencias de conducción como la productividad del agua del módulo.

Relación de cultivos en función a la superficie evaluada

En relación a como se distribuyeron los cultivos en la superficie evaluada, en el cuadro 1 se presentan las superficies correspondientes de cada uno de ellos

Cuadro 1. Distribución de la superficie en función de cultivos.

Cultivo	Superficie Evaluada (ha)			
	Resiembra	1er. Auxilio	2do. Auxilio	3er. Auxilio
Algodón	283.38	283.38	283.38	283.38
Chile chilaca	0.23	0	0.23	0.23
Frijol	3.44	0	3.44	3.44
Melón	144.5	0	144.5	144.5
Nogal	389.04	389.04	389.04	389.04
Sandía	55.95	0	55.95	55.95
Sorgo Escobero	4.23	4.23	4.23	4.23
Sorgo Forrajero	185.2	185.2	185.2	185.2
Vid	0.97	0	0.97	0.97
Subtotal (ha)	1066.94	861.85	1066.94	1066.94

Eficiencias de conducción en canales parcelarios

Las pérdidas de agua encontradas en los canales parcelarios del módulo se describen el cuadro 2, donde se observa que en los canales revestidos vs canales de tierra (acequias), son del orden de 10 a 1. Mientras que en canales revestidos las pérdidas promedio por cada 100 metros de longitud son de 0.6 lps, incrementando a 6.5 en acequias.

Cuadro 2. Pérdidas de agua por conducción en canales interparcelarios (lps/100m)

Tipo de canal	Perdida Mínima (lps/100m)	Perdida Máxima (lps/100m)	Perdida Promedio (lps/100m)
Revestidos	0.3	0.8	0.6
No Revestidos	1.3	20.1	6.5

Productividad del agua

De acuerdo al cuadro 3 se observa que en la región se presentan disparidad en relación a la productividad del agua. Tal es el caso para el sorgo forrajero que fue el de mayor superficie en la evaluación y presenta una productividad entre el 1.62 y 5.34 kg m^{-3}; la sandía entre 1.64 y 2.74 kg m^{-3} y el melón con 2.11 kg m^{-3}. Dicha disparidad se debe principalmente al grado de la tecnificación que el productor utiliza en sus cultivos.

Cuadro 3. Productividad del Agua de Riego (kg m^{-3})

Cultivo	Productividad Mínima (kg m^{-3})	Productividad Máxima (kg m^{-3})	Productividad Promedio (kg m^{-3})
Algodón	0.24	0.5	0.39
Frijol	0.06	0.06	0.06
Melón	1.02	2.11	1.72
Sandía	1.64	2.72	2.25
Sorgo escobero	0.31	0.49	0.41
Sorgo Forragero	1.62	4.34	2.23

La eficiencia en la productividad del agua del módulo se encuentra por debajo de los valores óptimos de producción tal es el caso del frijol que se obtuvieron rendimiento de 0.06 kg m^{-3}, de acuerdo a González *et al*. 2015 en un estudio que realizo en cuba obtuvo rendimientos de 0.6-1.91 kg m^{-3}.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos se identificaron áreas de oportunidad para poder incrementar la productividad del agua en los módulos de riego, al realizar acciones como revestimiento de canales parcelarios donde se pierde 40% del agua para la recuperación de volúmenes; empleo de algún sistema de riego, cálculo de la lámina de riego; nivelar las parcelas agrícolas; aplicación de drones para obtener imágenes de alta resolución espacial y temporal

que permita el seguimiento de los cultivos y soporte a la ingeniería hidroagrícola; utilizar la tecnología satelital para el monitoreo de plagas, enfermedades y el riego a tiempo real; así como comenzar a implementar técnicas de la agricultura de precisión.

BIBLIOGRAFÍA

CNA (2012). Atlas digital del agua México 2012 Sistema Nacional de Información del agua. Comisión Nacional del Agua.

CNA (2014). Estadísticas del agua en México, Edición 2014. (C. N. d. Agua, ed.), pp. 1-239. Comisión Nacional del Agua, México, D. F.

CNA (2015). "Estadísticas del Agua en México, Edición 2015." Comisión Nacional del Agua, México D.F.

García, M. Y., Sánchez, I., García, G., Moreno, L., Trejo, R., and Hernández, M. A. (2010). Evaluación de la eficiencia de riego en el Módulo IV del Distrito de Riego 017 Comarca Lagunera, México. *RCHSZA* **9**, 99-106.

González, F., Herrera, J., López, T., and Cid, G. (2014). Productividad del agua en algunos cultivos agrícolas en Cuba. *revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* **23**, 21-27.

Guzmán, E., García, J., Saturnino, J., Fortis, M., Valdia, R., and Portillo, M. (2006). La demanda de agua en la Comarca Lagunera, México. *Revista Agrociencia* **40**, 793-803.

Mestries, F., and Bonilla, T. (2010). Crisis de sustentabilidad del la agricultura de riego en el valle central de Puebla. *Revista Estudios Agrarios*, 15-28.

PNUMA (2012). "Aguas saludables para el desarrollo sostenible Estrategia operativa del PNUMA para el agua dulce (2012-2016)." Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Ramos, C. M., Rivera, M., and Estrada, J. (2014). Operación del GPS Diferencial y aplicación en el sector agrícola. *Memoeria de la XXVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Septiembre del 2014*, 1203-1209.

Ríos, J., Torres, M., Ruiz, j., Torres, A., and Cantú, J. (2015). Evaluación productividad, económica y social del agua de riego de durazno (Prenus persica L. Batsch) en Zacatecas México. *AIA* **19**, 97-109.

SAGARPA (2011). "Anuario estadístico de la producción agropecuaria. Delegación en la Comarca Lagunera (Durango-Coahuila).". Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Cd. Lerdo, Durango, México.

Sánchez, I., Catalán, E., González, G., Estrada, J., and García, A. (2006). Indicadores compratívos del uso del agua en la agricultura. *Agricultura Técnica en México* **32**, 333-340.

Saucedo, N. (2011). Cambio de uso de suelo de los modulos IX y XV del distrito de Riego 017 de 1995 a 2009, URUZA-UACH.

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS, HORTÍCOLAS Y DE PRODUCCIÓN DEL HÍBRIDO HMG14E DE CHILE MIRASOL GUAJILLO

Ulises Santiago López[1a], Moisés Ramírez Meraz[2], David Sánchez Aspeytia[3], José Alfredo Hernández Maruri[1]

[1]Investigador del Programa de Hortalizas, INIFAP-CIR Noreste-C.E. San Luis. Carretera San Luis Potosí-Matehuala, km. 14.5. Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez., C.P. 78431. San Luis Potosí., S.L.P. [2]Investigador del Programa de Hortalizas, INIFAP-CIR Noreste-C.E. Las Huastecas, Carretera Tampico-Cd. Mante km. 55. Villa Cuauhtémoc., C.P. 89610., Tamaulipas. [3]Investigador del Programa de Hortalizas, INIFAP-CIR Noreste-C.E. Saltillo. Carretera Saltillo-Zacatecas, km 342+119 #9515 Hacienda de Buena Vista., C.P. 25315. Saltillo, Coahuila.
[a]*Autor para correspondencia: santiago.ulises@inifap.gob.mx*

INTRODUCCIÓN

La producción de chiles secos tiene gran importancia en México; el chile mirasol guajillo (*Capsicum annuum* L.) es un tipo de chile destinado mayoritariamente para ese mercado y se usa principalmente para la elaboración de pastas para moles que se incorporan en diferentes platillos regionales (Moreno *et al*., 2011); por otro lado, los pigmentos extraídos de los frutos secos han sido demandados por la industria alimentaria y farmacéutica, ya que son empleados como colorantes naturales; principalmente el color rojo, el cual complementado con el sabor de este tipo de chiles mejora la presentación y la calidad de productos embutidos y carnes (Ramiro, 2001; Moreno *et al*., 2006). El chile mirasol guajillo se utiliza en menor medida en estado verde donde se emplea como verdura y complementos decorativos de platillos.

En el año 2014 a nivel nacional se establecieron 20,452 ha de chile mirasol guajillo, con una producción y valor de la misma del orden de las 40,240 toneladas y 1.6 billones de pesos, respectivamente. El rendimiento promedio nacional se encuentra por debajo de las 2.0 t ha^{-1}. Los estados donde más se cultiva este tipo de chile son Zacatecas y San Luis Potosí, donde en 2014 se estableció el 90% de la superficie total nacional, el 10% restante se cultivó en los estados de Chihuahua, Guerrero y Aguascalientes; cabe destacar, que el estado de Durango, aunque no figuró en el año 2014, es considerado también como una entidad productora de chile mirasol guajillo (Bravo *et al*., 2006; SIAP-SIACON, 2014).

A pesar la importancia socio-económica que representa esta hortaliza en la región del Altiplano Norte-Centro de México (Serna *et al*., 2011), poco se ha hecho con el mejoramiento genético de esta especie (Ramiro, 2001); la obtención de bajos rendimientos (1.7 t ha^{-1}) en las áreas productoras de este tipo de chiles, se debe a diversos factores, entre los que destaca el alto uso de semilla no mejorada o criolla; se estima que un 90% del área dedicada a este cultivo se

establece con materiales criollos seleccionados por los propios productores y el resto se establece con variedades de polinización libre.

El presente estudio tuvo como objetivo generar, seleccionar, caracterizar, evaluar el potencial de rendimiento y registrar en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) un hibrido de cruza simple con buenas características botánicas, hortícolas y de producción para el Altiplano Norte-Centro de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La formación del híbrido HMG14E se llevó a cabo durante el período de 2005 a 2014 en el Campo Experimental (C.E.) San Luis, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en el Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., municipio que forma parte del Altiplano Potosino, ubicado geográficamente entre los 22° 13' y 45.30'' LN y entre los 100° 50' y 56.05'' LO, a 1,837 msnm. El clima es seco con 19.1 ºC de temperatura media mensual durante el ciclo del cultivo (abril a noviembre) y 211 mm de precipitación media anual.

El desarrollo del híbrido constó de dos fases: la primera consistió en la formación y evaluación de híbridos experimentales (2005-2008), y la segunda; en la selección, caracterización y evaluación del potencial productivo del híbrido sobresaliente (2011-2014). La primera fase inició durante el ciclo agrícola Primavera-Verano (P-V) 2005, partiendo de dos grupos de líneas avanzadas de chile mirasol guajillo, cada grupo formado por siete líneas obtenidas mediante los métodos de mejoramiento genético de selección masal e individual, por cada grupo, se realizaron cruzamientos dialélicos con base al método III de Griffing (1956), modelo I, que involucró a las cruzas directas y reciprocas, mediante el cual se obtuvieron 42 híbridos F_1 experimentales, estos materiales pasaron a una etapa de evaluación y selección durante tres ciclos (P-V de 2006, 2007 y 2008).

La segunda fase derivó de los resultados obtenidos en la evaluación de los 42 híbridos experimentales (datos no presentados) y consistió en la selección del híbrido HMG14E; el cual sobresalió en características botánicas, hortícolas y de producción. Posteriormente, durante los ciclos P-V de 2011 a 2013 se llevó a cabo la caracterización del híbrido a partir de marcadores morfológicos mediante la descripción de 51 variables recomendadas por la Guía de

Descriptores para *Capsicum* del IPGRI (1995) y la Guía Técnica para la descripción varietal de chile (*Capsicum annuum* L.) del SNICS (2014).

La evaluación del potencial productivo del híbrido HMG14E, se realizó durante los ciclos P-V de 2013 y 2014, para la cual se establecieron tres parcelas por año en tres localidades sobresalientes en producción de chile mirasol guajillo en la región del Altiplano de San Luis Potosí (Cuadro 1).

Cuadro 1. Localidades de evaluación del hibrido HAMG14F y su variante tecnológica.

Localidad	Variante tecnológica
Soledad de Graciano Sánchez (C.E San Luis)	CA+FR+AP+DH+2LR
Villa de aristas	CA+FR+AP+HS+1LR
Villa de Ramos	CA+FR+AP+DH+1LR

CA=Cielo abierto, FR=Fertirriego, AP=Acolchado plástico, DH=Doble hilera, HS=Hilera sencilla, 1LR=Una línea regante, 2LR=Dos líneas regantes.

El manejo agronómico (trasplante, riego y fertilización) se realizó en base a las indicaciones de Martínez, (2003), empleando una dosis de fertilización de 180(N)-90(P)-00(K) dosificado en diez etapas y aplicado en el riego por goteo durante el desarrollo del cultivo y hasta por los primeros 120 días. El Manejo Integrado de Plagas (MIP) se efectuó en apego a las recomendaciones de Garza *et al*., (2007), aplicando Imidacloprid siete después del trasplante dirigido a la base del tallo para el control de insectos vectores a una dosis de 1 l/ha, Fipronil (250 ml/ha) para el control del barrenillo del chile, Avermectina (0.5 l/ha) para el control de araña roja y minador de la hoja y Spinosad (0.4 l/ha) para el control de gusanos.

Para todas las localidades en ambos años se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones y se tomó como testigo a la variedad de polinización libre Don Luis. La parcela experimental constó de tres camas de 1.60 m de ancho y 5 m de longitud, y la parcela útil fueron los 3 m de la cama central. El potencial productivo del híbrido se determinó mediante los datos de rendimiento en peso seco, para los cuales se aplicó un análisis de varianza combinado que incluyo años, genotipos, localidades y sus interacciones. La comparación de medias se efectuó por la prueba de rango múltiple de la diferencia mínima significativa (LSD) al 0.05 de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción varietal

Características botánicas: El híbrido HMG14E en estado de plántula no presenta coloración de las antocianinas del hipocótilo. En estado adulto la posición de la planta es semierecta con hábito de crecimiento dicotómico, los tallos principales presentan en promedio una longitud de 40 cm con entrenudos de 8.5 cm. La pubescencia en hojas y tallos es casi imperceptible o nula. Las hojas son ovaladas de color verde intermedio con un nulo o débil ampollado en la superficie y una longitud y ancho del limbo superiores en un 23 y 45% en comparación de la variedad testigo Don Luis, el margen de la lámina foliar es entera de peciolo largo. Las flores presentan una posición intermedia y el color de las anteras es morado con un filamento blanco, el estigma se encuentra exerto y no presenta esterilidad masculina. El híbrido HMG14E es considerado de ciclo intermedio ya que la floración y maduración del fruto se presentan a los 12 y 2 días antes que la variedad Don Luis. Las características botánicas cuantitativas más relevantes del híbrido se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Características botánicas cualitativas del híbrido HMG14E en comparación a la variedad Don Luis.

Característica	Genotipos	
	HMG14E	Don Luis*
Altura de planta (cm)	65 - 79	80 – 90
Cobertura follaje (cm)	67 - 71	70
Hoja: longitud del limbo (cm)	8.63	7.0
Hoja: ancho de limbo (cm)	4.50	3.10
Hoja: Longitud del peciolo (cm)	4.85	2.50
Días a floración (ddt)	40	52
Días a maduración del fruto (ddt)	128	130

ddt: Días después del trasplante, * Ramiro, 2001; Delgadillo *et al*.,2011.

Características hortícolas: El híbrido HMG14E produce frutos de color verde intermedio en estado inmaduro que se tornan a color rojo intermedio con una fuerte brillantez en estado maduro, se encuentran situados en una posición pendiente y presentan una longitud superior en un 27% en comparación a la variedad testigo Don Luis. La forma predominante de la sección longitudinal es de cuerno y elíptica con una débil ondulación en la sección trasversal, no presenta cavidad peduncular, la forma del ápice es redondo con una superficie de textura lisa, únicamente presenta dos lóculos con depresiones interloculares poco profundas, la placenta se

encuentra semi-distribuida a lo largo del fruto. El fruto tiene un sabor pungente por la cual evidencia la presencia de la capsicina. Las características hortícolas cuantitativas más relevantes del híbrido se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Características hortícolas cualitativas del híbrido HMG14E en comparación a la variedad Don Luis.

Características	Genotipos	
	HMG14E	Don Luis*
Longitud de fruto (cm)	16.55	13.0
Diámetro de fruto (cm)	2.80	3.20
Relación ancho largo en el fruto (cm)	0.16	0.24
Longitud del pedúnculo (cm)	5.44	-
Grosor del pedúnculo (mm)	4.75	-
Grosor del pericarpio (mm)	2.99	-

* Ramiro, 2001; Delgadillo *et al*.,2011.

Evaluación del potencial productivo

Para el rendimiento en seco, el análisis estadístico no detectó diferencias en el rendimiento entre años, pero si la hubo entre localidades y entre el híbrido y la variedad ($P \leq 0.01$), por lo siguiente, el análisis tampoco detectó diferencias en la interacción año x localidad x genotipo; esta situación indica que el rendimiento, tanto del híbrido como de la variedad, estuvo influenciado por el ambiente, pero no por el año. Las diferencias en el rendimiento entre localidades se atribuyen a factores externos, como son: condiciones agroclimáticas, características del suelo y manejo agronómico; sin embargo, las diferencias entre genotipos se deben a factores internos, propios del potencial genético del híbrido HMG14E y la variedad Don Luis.

La mejor expresión del rendimiento del híbrido y la variedad se obtuvo en la localidad establecida en el Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., (C.E San Luis) con un valor promedio de 5,606 kg ha^{-1} de producto seco o deshidratado; los altos rendimientos en esta localidad probablemente se deban en buena medida al manejo agronómico; principalmente riego y fertilización, lo que permitió que los genotipos expresaran su máximo potencial genético. Como resultado del vigor híbrido, el genotipo HMG14E obtuvo en promedio, un rendimiento en seco de 4,542 kg ha^{-1}, a través de los años y en las diferentes localidades, superando de esta manera en un 27% a la variedad testigo Don Luis, la cual obtuvo un rendimiento promedio de 3,568 kg ha^{-1} (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimientos promedio de producto seco del hibrido HMG14E y la variedad testigo Don Luis.

Años	Rendimiento seco (kg ha^{-1})
2013	4,049 a
2014	4,061 a
Localidad	
Soledad de Graciano Sánchez	5,606 a
Villa de Ramos	3,504 b
Villa de Arista	3,055 b
Genotipos	
Hibrido HMG14E	4,542 a
Variedad Don Luis	3,568 b

Para la columna rendimiento seco, dentro de cada fuente de variación, valores seguidos con la misma letra, son estadísticamente iguales (P≤0.05) de acuerdo a la prueba de la LSD.

CONCLUSIONES

El híbrido HMG14E presenta características botánicas y hortícolas deseables, con buen potencial de rendimiento para el Altiplano de San Luis Potosí, además, presentó un rendimiento promedio en seco a través de los años y en las diferentes localidades de 4,542 kg ha^{-1}, superando de esta manera en un 27% a la variedad testigo Don Luis, la cual rindió en promedio 3,568 kg ha^{-1}. HMG14E se encuentra inscrito en el CNVV del SNICS y cuenta con Titulo de Obtentor No. 1442.

BIBLIOGRAFÍA

Bravo L. A.G.; Galindo G., G.; Amador R., M.D. 2006. Tecnología de Producción de Chile Seco. Libro Técnico #5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Campo Experimental Zacatecas. 221 p.

Delgadillo B C, Hernández a la T JA y Ramiro C A. 2011. VR-91, Don Luis y Don Ramón, Nuevas variedades de chile guajillo para el altiplano de México. INIFAP-CIR Noreste, Campo Experimental San Luis. Delegable para productores No. 44. 2p.

Garza U E, Rivas M A y Moreno C G. 2007. Manejo integrado de las plagas del chile y jitomate en el Altiplano de San Luis Potosí. INIFAP-CIR Noreste, Campo Experimental Sur de Tamaulipas, Sitio Experimental Ébano. Folleto Para Productores No. 9. San Luis Potosí, S.L.P. México. 28p.

Griffing, B. J. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. Biol. Sci. 9: 463-493.

IPGRI, AVRDC y CATIE. 1995. Descriptores para *Capsicum* (*Capsicum* spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación Relativos a los Vegetales, Taipei, Taiwán y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 51 p.

Martínez G MA, 2001. El cultivo de chile guajillo con ferti-irrigacion en el Altiplano de San Luis Potosí. INIFAP-CIR Noreste, Campo Experimental Palma de la Cruz. Folleto para productores Núm. 33 San Luis Potosí, S.L.P. México. 19p.

Moreno-Pérez, E. del C.; Pérez-Mercado, C. A.; Espinosa-Robles, P.; Martínez-Damián, Ma. T.; Reyes-López, D.; Peña-Lomelí, A.; 2006. Intensidad de color y contenido de antocianinas en chile guajillo (Capsicum annuum L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12: 135-140.

Moreno-Pérez, Esaú del Carmen, Avendaño-Arrazate, Carlos H, Mora-Aguilar, Rafael, Cadena-Iñiguez, Jorge, Aguilar-Rincón, Victor Heber, & Aguirre-Medina, Juan Francisco. 2011. Diversidad morfológica en colectas de chile guajillo (Capsicum annuum L.) del centro-norte de México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(1), 23-30.

Ramiro C. A. 2001. Guajillo San Luís y Guajillo INIFAP. Nuevas Variedades de Chile Mirasol para el Centro de México. Ed. INIFAP. San Luís Potosí, México. 25 p.

SAGARPA-SNICS. 2014. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semilla. Guía Técnica para la descripción varietal de Chile (*Capsicum annuum* L.).

Serna-Pérez, Alfonso, Zegbe, Jorge Artemio, & Mena-Covarrubias, Jaime. 2011. Rendimiento y calidad de chile seco 'Mirasol' cultivado bajo riego parcial de la raíz. Revista Chapingo. Serie horticultura, 17(spe1), 19-24.

SIAP-SIACON. 2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Consultado el 01 de julio de 2016 en: http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/.

INFLUENCIA DEL AMBIENTE SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN LÍNEAS MEJORADAS DE TRIGO CULTIVADAS EN AMBIENTES DIFERENTES

Pablo Alfredo Domínguez Martínez*, Rigoberto Rosales Serna, Hilario Flores Gallardo, Rafael Jiménez Ocampo y Saúl Santana Espinoza

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

INTRODUCCIÓN

En México, el mejoramiento genético de trigo requiere la ampliación de la diversidad genética y para lograrlo se ha trabajado con la introgresión de genes de diferentes especies vegetales. El cruzamiento de trigo (*Triticum aestivum*) con triticale (x *Triticosecale*) ha permitido la generación de líneas mejoradas con cualidades forrajeras. Con ello, se espera avanzar en el mejoramiento de la producción de forraje, calidad del forraje y tolerancia al pastoreo (Malinowski *et al.,* 2006).

Se han identificado líneas mejoradas de trigo, derivadas de cruzamientos con triticale, las cuales tienen capacidad para producir forraje de excelente calidad, cuando se cosechan durante la etapa de embuche (López *et al.,* 2012; López *et al.,* 2014). En base a lo anterior, el forraje de trigo representa una alternativa para obtener forraje de buena calidad nutricional durante el invierno, primavera e inicios del verano.

En el 2010, se seleccionaron tres líneas mejoradas de trigo (TD3, TD4 y TD5) con base en la altura de la planta y la relación hoja/tallo (López *et al.,* 2012). Sin embargo, es necesario evaluar el comportamiento productivo de estos materiales bajo distintas condiciones agroclimáticas. Es por ello que, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de materia seca de tres variedades de trigo cultivadas en ambientes diferentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo otoño invierno 2015-2016 se estableció un lote experimental para la evaluación de tres variedades de trigo seleccionadas para la producción de forraje (TD3, TD4 y TD5). El lote se sembró en las instalaciones del INIFAP Durango (Durango, Dgo. México) y en Canatlán, Dgo.Méx. La siembra se realizó mecánicamente con la sembradora Aitchison Grass Farmer 1414C®. La semilla se depositó a una profundidad de 5 cm y la distancia entre hileras fue de 15 cm. La parcela consistió de una melga de 6 m de ancho y una longitud entre 10 m (Canatlán) y 35 m (Durango). Se aplicaron tres tratamientos de riego (100 %, 80 % y 60 % de la humedad aprovechable). En ambos sitios se aplicó la dosis de fertilización 210-80-00 (N-P_2O_5-K_2O), la

cual se dividió en tres eventos. El control de maleza se realizó mediante una aplicación de 2-4, D amina a razón de 1 L ha^{-1} y un deshierbe manual.

La toma de muestras para determinar el rendimiento de materia seca se realizó durante la etapa de prefloración (embuche) del cultivo. Utilizando un cuadrante de 625 cm^2 se tomaron seis muestras de forraje en las franjas de cada tratamiento y variedad. El forraje ubicado dentro del cuadrante se cortó a ras de suelo, se colocó dentro de bolsas de papel y se registró su peso de forraje verde, con la ayuda de una balanza Torrey® con precisión de 0.01 g. Posteriormente, las bolsas se colocaron en una estufa de aire forzado a 60 °C, hasta que se observó peso constante. Una vez que las muestras alcanzaron peso constante, se registró el ultimo peso para realizar los cálculos y determinar el rendimiento (t) de materia seca por hectárea.

Con los datos que se obtuvieron se realizó un análisis combinado (ambientes-genotipos) del rendimiento de forraje seco. Para la separación de promedios se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan, *P = 0.05*. También, se estimaron los parámetros de estabilidad mediante el modelo de efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI), el cual se utilizó para clasificar los ambientes e identificar líneas sobresalientes por su rendimiento forrajero y por su menor interacción con el ambiente (Gauch y Zobel, 1996). Para el análisis de varianza y los parámetros de estabilidad se utilizó el paquete estadístico SAS® 9.0 (SAS Institute, Inc. Cary, NC) y en el desarrollo del análisis AMMI se siguieron las recomendaciones de Vargas y Crossa (2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza de los rendimientos de materia seca se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0.01$) entre los ambientes, los genotipos y la interacción ambiente-genotipo (Cuadro 1). Las diferencias encontradas indican que los ambientes y genotipos evaluados difieren en su potencial productivo y que, además, uno o más genotipos se comportan de manera diferente a través de los ambientes de estudio.

Cuadro 1. Suma de Cuadrados y Cuadrados Medios del análisis de varianza combinado para el rendimiento de forraje seco de tres variedades de trigo cultivadas en seis ambientes.

Fuente de Variación	GL[1]	SC[2]	CM[3]	P[4]
Ambiente	5	88.55	17.71	0.0001
Genotipo	2	28.15	14.07	0.0135
A x G[5]	10	97.09	9.70	0.0019

[1]GL = grados de libertad, [2]SC = suma de cuadrados, [3]CM = cuadrados medios, [4]P = probabilidad, [5]A x G = interacción ambiente – genotipo.

El mayor rendimiento de materia seca se obtuvo en Canatlán con el 80 % de la lámina de riego (C80; 11.24 t ha^{-1}). Los dos ambientes restantes en Canatlán (C100 y C60) y uno de los ambientes evaluados en Durango (D80) tuvieron valores intermedios para el rendimiento de forraje seco (9.60, 9.26 y 9.50; respectivamente). Mientras que los ambientes D100 y D60 (Durango con 100 y 60 % de la lámina de riego) produjeron la menor cantidad de forraje seco (8.56 y 8.51 t; respectivamente) por hectárea. En la figura 1 se observa que los ambientes C100 y D80 son los ambientes que presentan menor interacción con los genotipos y rendimientos intermedios. En base a estos resultados, se puede inferir que con cualquiera de las tres variedades es posible obtener nueve toneladas de materia seca por hectárea en estos dos ambientes. También, se observó que los ambientes C60, D100 y D60 tuvieron una interacción intermedia con las variedades de trigo. El ambiente C80 mostró el mayor potencial de rendimiento para la producción de forraje seco; sin embrago, fue en este ambiente donde se presentó la mayor interacción con los genotipos. Una mayor interacción con los genotipos indica que el comportamiento de al menos unos de los materiales varió significativamente con respecto al rendimiento que se presentó en otros ambientes.

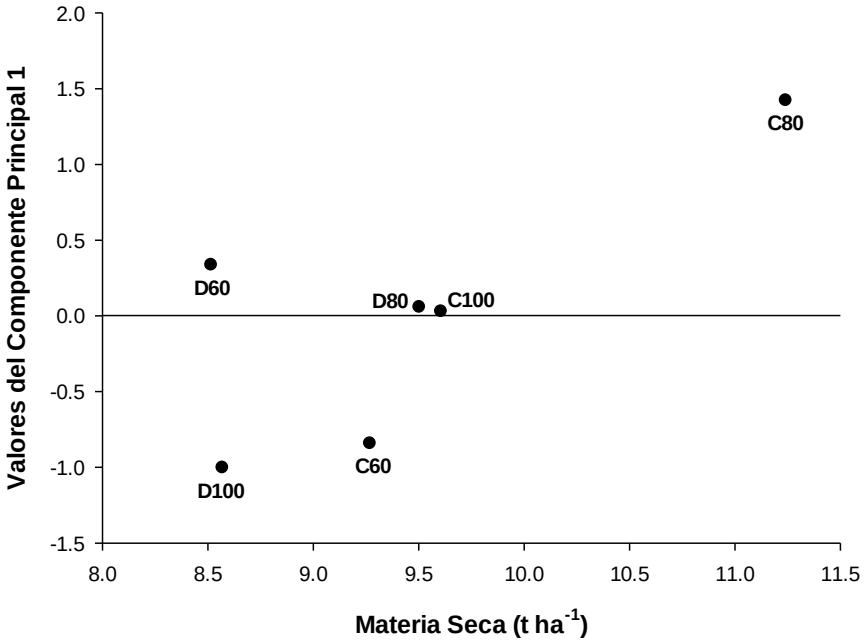


Figura 1. Componentes principales e interacción de los ambientes con respecto al rendimiento de las tres variedades de trigo.

En cuanto a los genotipos también se observaron diferencias en los rendimientos de materia seca. El trigo TD4 produjo en promedio 10.04 t ha^{-1}. Los rendimientos promedio del trigo TD3

fueron de 9.50 t ha^{-1}, mientras que el TD5 produjo la menor cantidad de materia seca (8.79 t ha^{-1}). En una evaluación previa (López *et al.,* 2014) se encontraron resultados similares a los presentes, donde, la variedad TD4 produjo más materia seca, TD3 produce rendimientos intermedios y el TD5 produce la menor cantidad de forraje seco por hectárea.

La estimación de los parámetros de estabilidad mediante el modelo AMMI permite identificar genotipos sobresalientes por su rendimiento y menor interacción con el ambiente (Gauch y Zobel, 1996). En el presente estudio fue posible identificar como material sobresaliente, por su rendimiento de forraje seco y menor interacción con los ambientes, a la variedad TD4 (Figura 2). La variedad TD3 es un genotipo con potencial productivo intermedio, en comparación con los otros dos materiales. El trigo TD 5 exhibió rendimiento más bajo que las otras dos variedades y su interacción con el ambiente fue significativamente mayor en relación con la del trigo TD4.

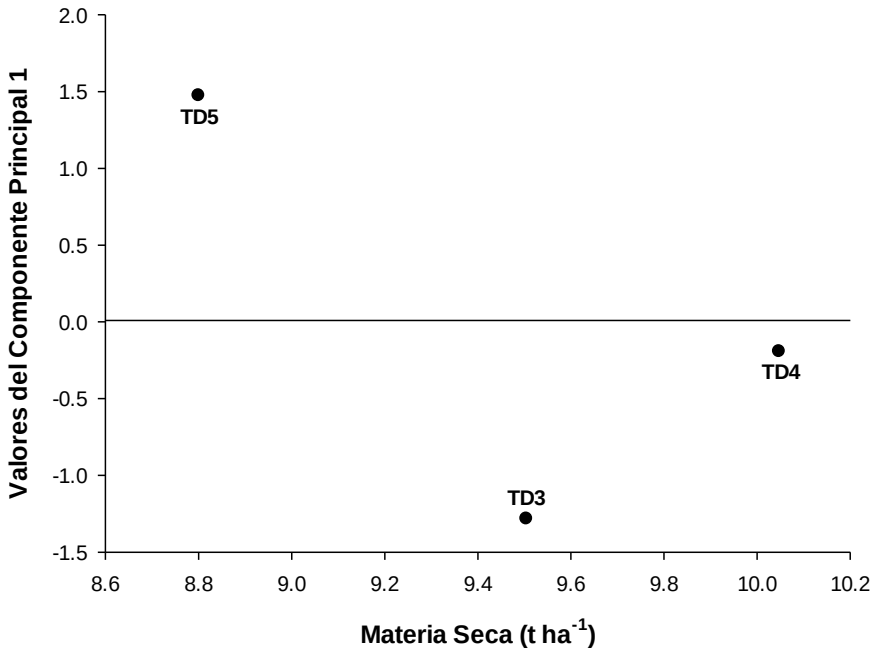


Figura 2. Efectos principales e interacción observada para el rendimiento de forraje seco en tres variedades de trigo.

Una menor interacción con el ambiente significa que el genotipo tiene mejor capacidad de adaptación y se comporta de manera estable en diferentes sistemas de producción (adaptación general). En contraste, la mayor interacción del genotipo con el ambiente es un indicio de que el material genético requiere condiciones específicas para su óptimo desarrollo (adaptación específica).

CONCLUSIONES

La línea de trigo TD4 sobresalió por su rendimiento de materia seca y baja interacción con el ambiente. Se obtuvieron rendimientos más altos en Canatlán, especialmente cuando se aplicaron láminas de riego del 80 %.

Se recomienda continuar con las variedades de trigo TD 3, TD 4 y TD 5 bajo diferentes condiciones ambientales para corroborar su potencial productivo. Dichas evaluaciones facilitarán la identificación de ambientes favorables para el cultivo de trigo forrajero.

BIBLIOGRAFÍA

Gauch, H. G. y R. W. Zobel.1996. AMMI analysis of yield trials. In: M. S. Kang and H. G. Gauch (eds.) Genotype-by-environment interaction. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. pp. 1-40.

López H., J.; R. Rosales S.; R. Jiménez O.; O. G. Núñez M.; S. Arellano A.; A. Castillo R. 2012. Potencial forrajero de cereales de grano pequeño en riego, ciclo otoño-invierno, Durango, México. Memoria del XXIV Congreso Nacional y IV Internacional de Fitogenética. Monterrey, N. L. México. p. 77.

López H. J., R. Rosales S.; R. Jiménez O.; M. V. Montelongo T.; P. A. Domínguez M.; C. A. Nava B. 2014. Rendimiento y calidad de forraje invernal obtenido con diferentes variedades de trigo cultivadas en Durango. Memoria de la XXVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED, Gómez Palacio, Durango. p. 206.

Malinowski, D. P., B. A. Kramp, B. R. Min, J. Baker, W. E. Pinchak y J. C. Rudd. 2006. Physiological and morphological traits for selection of dual-use wheat with improved forage production. Southern Conservation Systems Conference, Amarillo TX, USA. p. 246.

SAS Institute, Inc. 2006. SAS/STAT 9.0 user's guide. SAS Institute, Inc., Cary, NC. USA.

Vargas, H. M. y J. Crossa. 2000. El análisis AMMI y la gráfica del biplot en SAS. Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Distrito Federal, México. 42 p.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE NUEVE CULTIVARES DE TUNA EN EL VALLE DEL GUADIANA, DURANGO

Martínez Fernández Maihualy, Sarmiento López Homero, Sigala Rodríguez José Ángel, Basave Villalobos Erickson

INIFAP. Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango- Mezquital Km 4.5
martinez.maihualy@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La Opuntia es una planta que se adapta bien a las condiciones restringidas de las diferentes regiones áridas y semiáridas del planeta, tanto en lo referido a recursos hídricos, suelos y aspectos medioambientales.

La tuna es producida en alrededor de 20 países en el mundo, pero en la mayoría es un producto secundario y no proviene de plantaciones especializadas por lo cual su mercado en nacional.

Las zonas de mayor producción en México se localizan en las regiones sur, centro y centro-norte, que incluyen Puebla, Estado de México, Hidalgo, Zacatecas, Guanajuato y San Luis Potosí. Dichos estados en conjunto aportan más del 95% de la producción nacional de tuna y la economía de muchos de sus pobladores depende en gran medida de este sector productivo. México es el principal productor de tuna en el mundo y aporta poco más del 45% de la producción mundial, sin embargo, sólo exporta el 1,5% de su producción. El principal exportador mundial es Italia, que exporta más del doble de lo que exporta México, principalmente a los mercados de Estados Unidos, Canadá y Europa. La capacidad exportadora de Italia se explica en el hecho de que este país dispone de excelentes instalaciones para el empaque y de redes de distribución bien establecidas. Por lo que es capaz de satisfacer los altos requerimientos de calidad que exigen los mercados internacionales

México es el primer productor de tuna a nivel mundial y posee diversas variedades de este fruto. Sin embargo, su consumo está limitado a un determinado segmento de la población y es estacional, lo que desincentiva el aumento de su producción.

El fruto es una falsa baya con ovario ínfero, uniloculado y carnoso, en que la cáscara corresponde a la envoltura del ovario y la pulpa corresponde al lóculo desarrollado. La forma y tamaño de los frutos son variables (los hay ovoides, redondos, elípticos y oblongos, con los extremos aplanados, cóncavos o convexos) aunque en promedio presentan 7-9 cm de largo, 5-6 cm de diámetro y 8-14 g de peso. Los colores de los frutos también son diversos: cáscaras de colores rojos, anaranjados, púrpuras, amarillos y verdes con pulpas, en general, de los mismos

colores. La epidermis de los frutos es similar a la del cladodio, con areolas y abundantes gloquidios y espinas. La cáscara de los frutos varía en grosor, siendo también variable la cantidad de pulpa entre las variedades. La pulpa presenta semillas de 4-4.5 mm de longitud, las que se consumen junto con la pulpa. Los frutos presentan semillas abortivas, lo que aumenta la proporción de pulpa comestible.

Como muchas frutas, la tuna está compuesta de una parte carnosa denominada pulpa, en la que se encuentran insertas un gran número de semillas, 100 a más de 400 por fruta, con diámetro de 3 a 4 mm, pequeñas y lenticulares (Anón., 1997), protegida por una corteza de mayor dureza (pericarpio o cáscara) (Savio, 1989). En cambio poco se informa de una capa más externa y delgada que cubre a la cáscara a la que se ha denominado piel (Cerezal y Duarte, 2000) en la que se encuentran las espinas y glóquidias.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en julio de 2016, en una plantación de nopal ubicada en el Campo Experimental Valle del Guadiana, en Durango, Dgo., México, en el km. 4.5 Carretera Durango-El Mezquital coordenadas 23° 59’ 21’’N y 104° 37’ 27.5’’ W a una altitud de 1880. El clima predominante en esa región corresponde el seco-semiárido con lluvias en verano y variación fuerte de temperatura [BS1kw(w)(e)]. La precipitación promedio acumulada registra 436 mm y la temperatura promedio es de 17.4 °C. El lote tiene una edad de 15 años con las siguientes características: altura 2.32 m, cobertura de 2.1 m, y diámetro basal de 37.5 cm. La distancia entre líneas fue de 3 m y 1.5 m entre plantas.

Los datos que se obtuvieron provienen de muestras de fruto cosechadas en 2016, los resultados que se manifiestan son bajo las condiciones ambientales que prevalecen en el campo Experimental de Valle del Guadiana INIFAP-Durango.

Para el estudio se colectaron 5 frutos de nopal de 9 diferentes cultivares establecidos en el campo experimental Valle del Guadiana, los cuales se desarrollaron en un lote con condiciones homogéneas, estos fueron: *Copena 5, Amarilla 18, Cristalina 55, Copena V1, Naranjona 124, Camuesa 60, Papanton, Chapeada 121, Roja lisa 47*,

Para el análisis del estudio se tomaron en cuenta las variables de: diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso de fruto, peso de cascara, peso de pulpa. Para la toma de datos se utilizaron un vernier marca *Trupper*® mediante el cual se tomaron las variables de longitud y ancho, así

como una báscula digital con una capacidad de 200 gr. marca *Ohaus*® mediante la cual se tomaron la variables correspondientes a peso.

Los frutos a evaluar se muestran a continuación Figura 1:

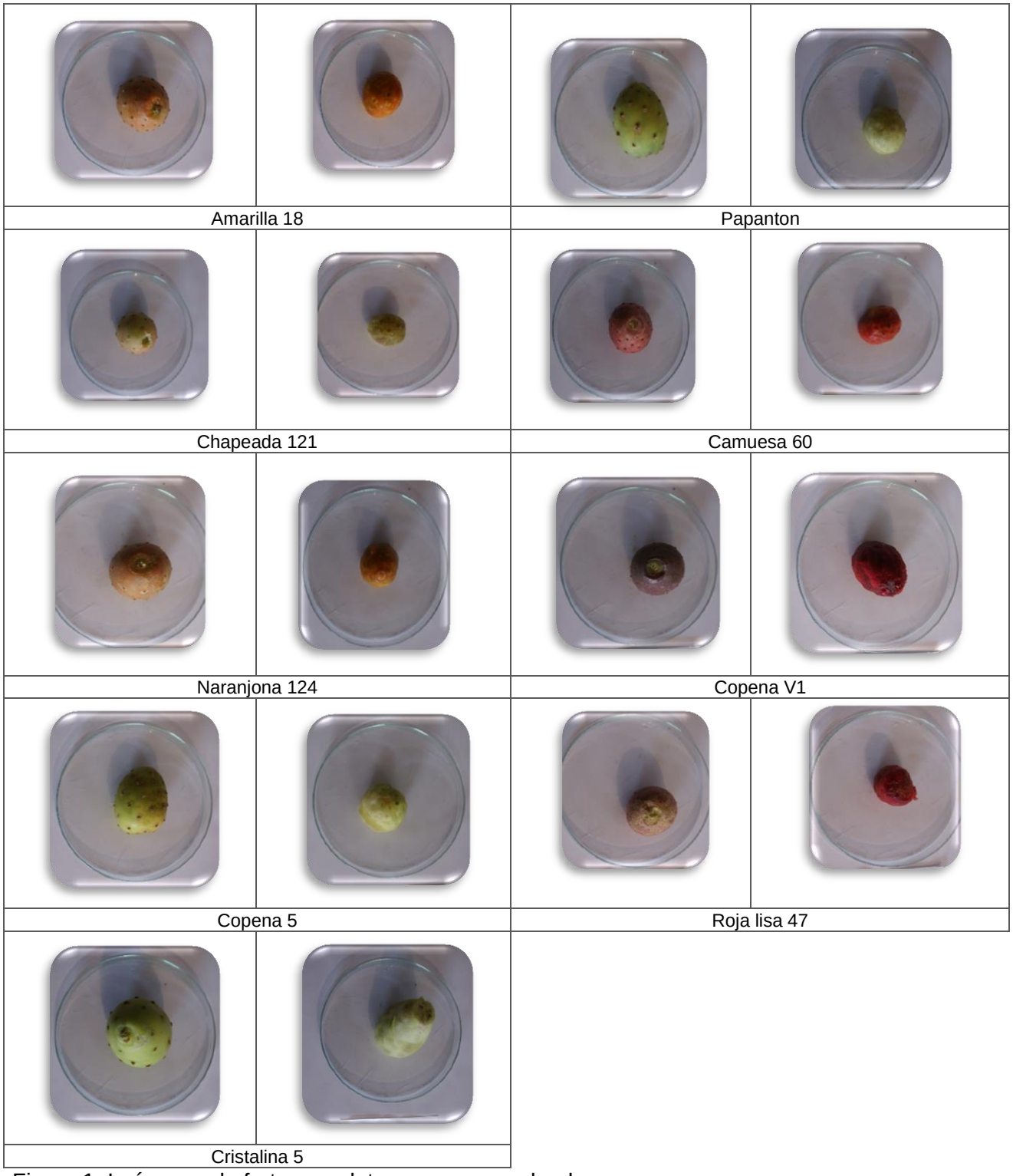


Figura 1. Imágenes de fruto completo y cascara evaluados

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados de la prueba de Kruskall-Wallis para los cultivares de tunas claras se presentaron diferencias en todas las variables. Para los cultivares de tunas amarillas se observa que solo la variable de peso de cáscara es la que muestra que no hubo diferencias. Mientras que en los cultivares de tunas rojas, la variables en las que no presentaron diferencias fue ancho y peso de pulpa.

Cuadro 1. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis

	Claras			Amarillas			Rojas		
Variable	H	pr>ji^2		H	pr>ji^2		H	pr>ji^2	
Diámetro ecuatorial	10.5	0.0052	*	10.58	0.005	*	9.5	0.0087	*
Diámetro polar	8.88	0.0118	*	9.98	0.0068	*	3.38	0.184	ns
Peso de fruto	10.22	0.006	*	10.5	0.0052	*	6.86	0.0324	*
Peso de cascara	9.38	0.0092	*	1.68	0.4317	ns	7.62	0.0221	*
Peso de pulpa	10.82	0.0045	*	9.78	0.0075	*	3.66	0.1604	ns

***** = diferencias significativas
ns = no significativo

Tunas claras

Los resultados obtenidos en el presente estudio se compararon con ejemplares de algunos cultivares colectados en varios estados de la República Mexicana que se presentan en el trabajo de Fernández *et al.*, (2000).

La longitud de “Copena 5” y “Papanton” obtuvo promedios similares entre sí, con valores cercanos a 65 mm. Lo reportado en el estudio coincide con “esmeralda” en el estado de Zacatecas (68 mm). En el caso de la “cristalina 55” obtuvo un valor promedio de 88 mm. Estos valores son cercanos a los obtenidos para el mismo cultivar en ejemplares colectados en San Luis Potosí y Puebla donde se reportaron promedios de 91 y 93 mm respectivamente. El diámetro de la tuna de la variedad “cristalina” fue superior al resto (56 mm). Fernández *et al.* (2000), obtuvieron diámetros similares en “Reyna” cultivada en Puebla, Guanajuato y Aguascalientes, así como en la variedad “Burrona” cultivada en San Luis Potosí y “Blanca de la gavia” en Guanajuato. El cultivar que obtuvo mayor peso de fruto fue “Cristalina 55” con un peso de 139.98 g. Otras variedades claras reportan pesos entre los 130 y 136 g por fruto (Fernández *et al*., 2000; Luna-Vázquez *et al*., 2012). El peso de cáscara mayor lo obtuvo “Cristalina 55” y “Papanton” al mostrar valores cercanos a “Reyna” de Aguascalientes y Puebla con 48 g y “Blanca de la gavia” de San Luis Potosí con 47 g que reporta Fernández *et al*., 2000. El peso de pulpa que destaca fue el obtenido en “Cristalina 55” (Cuadro 2) con 91.86 g. Valores cercanos a

estos los muestra “Esmeralda en Aguascalientes con 95 g, así como “Cristalina” y “Burrona” en San Luis Potosí con 88 g. Luna-Vázquez *et al.,* (2012) mencionan que el cultivar “Cristalina” destaca por su tamaño y mayor peso.

Cuadro 2. Resultado de la prueba de comparaciones por pares para tunas claras

Cultivar	Diámetro ecuatorial mm	Diámetro polar mm	Peso de fruto g	Peso de cascara g	Peso de pulpa g
Copena 5	63.344 b	52.11 ab	93.22 b	30.24 b	62.36 b
Papanton	67.546 b	50.306 b	98.04 b	47.22 a	50.52 b
Cristalina 55	88.967 a	56.014 a	139.98 a	49.74 a	91.86 a

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tunas amarillas

El cultivar que obtuvo mayor longitud fue “Amarilla 18” con un promedio de 69 mm (Cuadro 3). Este valor es cercano al obtenido por “Chapeada” en San Luis Potosí, Zacatecas y Puebla con 72, 71, 74 mm respectivamente y “Fafayuco” en San Luis Potosí y Puebla con 71 y 74 mm (Fernández *et al.*, 2000). El diámetro de “Chapeada 121” fue superior con aproximadamente 46 mm, valor cercano a “Amarilla montesa” y “Chapeada 121” cultivadas en San Luis Potosí con 51 y 50 mm (Fernández *et al.*, 2000). El fruto que obtuvo mayor peso fue “Amarilla 18” con 112 g. En San Luis Potosí “Amarilla montesa”, “Chapeada” y “Fafayuco” obtuvieron promedios cercanos con 119, 116 y 115 g respectivamente. “Naranjona” obtuvo mayor peso de cáscara con 40.62 g. En peso de pulpa destacó “Amarilla 18” con 73 g. Promedios próximos los obtuvo “Fafayuco” colectado en Guanajuato y Zacatecas con 71 g, “Amarilla montesa” colectada en San Luis Potosí y Puebla con 72 y 67 g y “Naranjona” colectada en Guanajuato con 71 g. (Fernández *et al.*, 2000).

Cuadro 3. Resultado de la prueba de comparaciones por pares para tunas amarillas

Cultivar	Diámetro ecuatorial mm	Diámetro polar mm	Peso de fruto g	Peso de cascara g	Peso de pulpa g
Amarilla 18	69.106 a	54.314 a	112.12 a	38.52	72.92 a
Naranjona 124	61.674 ab	48.348 b	81.48 b	40.62	40.54 b
Chapeada 121	53.734 b	45.974 b	67.38 b	34.12	33.00 b

Tunas rojas

Los valores que destacaron para este estudio se encontraron en las variables evaluadas del cultivar de “Copena v1” (Cuadro 4). Los resultados obtenidos en el presente estudio se comparan con ejemplares de algunos cultivares colectados en varios estados de la República Mexicana que se presentan en el trabajo de Fernández *et al.*, (2000). En la longitud asemeja a “Roja lisa” evaluada en Guanajuato. Su diámetro es cercano a la variedad “roja lisa” en San Luis Potosí y Puebla (53 y 54 mm) y “Torrioja” en Guanajuato con valores de 54 mm. El peso obtenido de la variedad “Copena v1” en el presente trabajo fue cercano a “Roja lisa” en San Luis Potosí y Puebla. El peso cáscara de “Copena v1” fue de 57 g que semeja a “Roja lisa” en San Luis Potosí, Zacatecas y Puebla (53, 56 y 55 g respectivamente). En peso se pulpa “Copena v1” tiene similitud con “roja lisa” en San Luis Potosí y “Torrioja” en Guanajuato.

Cuadro 4. Resultado de la prueba de comparaciones por pares para tunas rojas.

Cultivar	Diámetro ecuatorial mm	Diámetro polar mm	Peso de fruto g	Peso de cascara g	Peso de pulpa g
Copena v1	80.044 A	52.598	119.26 a	57.74 a	61.04
Camuesa 60	55.426 B	46.192	73.68 b	29.88 b	37.98
Roja lisa 47	57.028 B	50.474	87.34 ab	38.40 ab	48.64

CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos obtenidos en el presente trabajo se concluye que en los cultivares de tunas claras destaca “Cristalina 55” por su tamaño y el peso, en cultivares de tunas amarillas sobresale “Amarilla 18” y en tunas rojas fue superior “Copena V1”.

BIBLIOGRAFÍA

Centro de Estudios de Zonas Áridas. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile. http://www.provar.uchile.cl/doc/TUNA%202011.pdf

Fernández. M. M. R., Mondragón. J. C., Luna. V. J., Gutiérrez. A. F., Sáenz. Q. L. A., Zegbe. D. J. A., Méndez. G. S de J., Martínez. G. J. C. 2000. Principales cultivares mexicanos de nopal tunero. Publicación técnica Núm. 1. Campo Experimental Norte de Guanajuato – INIFAP, Guanajuato, Guanajuato, México.

Gutiérrez. A. F., Caracterización del fruto de 25 selecciones de Nopal Tunero (*Opuntia spp.*) Folleto Científico Núm. 12. Campo Experimental Pabellón – INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. Marzo 2012.

Sumaya. M. M. T., Suárez, D. T., Cruz. C. N. S., Alanís, G. E., Sampedro. J. G. INNOVACIÓN DE PRODUCTOS DE ALTO VALOR AGREGADO A PARTIR DE LA TUNA MEXICANA. Revista Mexicana de Agronegocios. Quinta Época. Año XIV. Vol. 27. Julio – Diciembre 2010. http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/93913/2/12.ArticuloTuna_Mex_HGO-Corregido.pdf

DENSIDAD DE POBLACION EN MAÍZ BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN TAMAULIPAS

Rosendo Hernández Martínez[1§], César Augusto Reyes Méndez[1], Martin Espinosa Ramirez[1]

[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. Autor de correspondencia: (hernandez.rosendo@inifap.gob.mx).

INTRODUCCION

En las regiones maiceras del mundo, en donde las plantas están expuestas a temperaturas de 35 °C o más, durante las etapas reproductivas y de madurez fisiológica, el desarrollo de la planta y el rendimiento del cultivo y la sanidad del grano son severamente afectados, debido a que las altas temperaturas favorecen el desarrollo de plagas y enfermedades. En los últimos años la región norte de Tamaulipas la sequía y las altas temperaturas han impactado en la reducción de un 10 % del rendimiento en el cultivo del maíz, obteniéndose pérdidas considerables para el productor. Una de las formas de lograr mayores incrementos en la producción del maíz es el uso de densidades de población y la adecuada distribución de plantas en el terreno. La densidad de población, es considerada como el factor controlable más importante para obtener mayores rendimientos en los cultivos. En el maíz ejerce alta influencia sobre el rendimiento de grano y las características agronómicas, pues el rendimiento de grano se incrementa con la densidad de población, hasta llegar a un punto máximo y disminuye cuando la densidad se incrementa más allá de este punto (Sangoi, 2000). La densidad de población es uno de los factores que frecuentemente modifica el productor para incrementar el rendimiento de grano, pero no siempre establece la densidad adecuada. Si el productor utiliza una densidad de población mayor que la óptima, incrementa la competencia por luz, agua y nutrimentos, lo que ocasiona reducción en el volumen radical, número de mazorcas, cantidad y la calidad del grano por planta, e incrementa la frecuencia de pudriciones de raíz y tallo, lo que propicia acame (Maya & Ramírez, 2002). Por el contrario, las densidades de población bajas provocan problemas con maleza o de desperdicio de suelo (Njoka *et al*., 2005). Por lo anterior el presente estudio fue determinar el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de maíz en el norte de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante el ciclo O-I 2014-2015 en condiciones de riego en los terrenos del Campo Experimental Río Bravo, Tamaulipas, utilizando los híbridos Garañón y el P3097. Al momento de la preparación del terreno, se aplicó Counter granulado 5 % para

prevenir daños de plagas del suelo. El experimento se estableció el 20 de Febrero del 2015, la siembra se realizó de manera manual para llevar un control de las densidades propuestas en la presente investigación. En los tratamientos se consideraron tres densidades de siembra las cuales son: 45,000, 55,000 y 70,000 plantas por hectárea, cada unidad experimental consistió de dos surcos de 5 m de largo y con separación entre surcos de 0.8 m, se distribuyeron en un diseño experimental en bloques al azar con arreglo factorial con cuatro repeticiones. Al momento de la cosecha se cosecharon 40 plantas con competencia completa. Se hizo el análisis de varianza correspondiente y los ensayos se manejaron de acuerdo al paquete tecnológico para maíz recomendado por el INIFAP-CERIB (Reyes *et al*., 1990). Se evaluó la variable rendimiento de grano ajustado al 14 % de humedad. Los datos de la variable se analizaron con el programa Statitical Analysis System (SAS) Versión 9.0. La comparación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadros 1 se presenta el análisis de varianza para el carácter rendimiento de grano. Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre híbridos, indicando que el rendimiento se expresa en función de la constitución genética de cada material. En cuanto a la densidad de población no se detectó diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Con respecto a las interacciones no se encontraron contrastes en ninguna de las combinaciones. El coeficientes de variación del experimento fue de 6.5 %, lo que da confianza a la información obtenida. La relación entre la producción de grano y la densidad de población es compleja, ya que la mejor respuesta en rendimiento de grano varía de acuerdo a la condición de suelo, clima, prácticas culturales y genotipo (Pinter *et al*., 1994; Sangoi, 2000).

De acuerdo a la prueba de medias (Cuadro 2) el rendimiento de grano fue significativamente mayor el genotipo Garañón con 9.05 t ha^{-1} con una diferencia numérica de 0.837 t ha^{-1}. Con respecto a las densidades de población (Cuadro 3) el que mostro un mayor rendimiento de grano fue con la densidad de 55,000 plantas/ha con 8988.4 t ha^{-1}, comportándose de manera similar las densidades de población con 45,000 y 70,000 plantas/ha respectivamente. Moreno (2000) menciona que al evaluar diferentes densidades de población en maíz debido al sombreo y menor disponibilidad de luz y altas densidades de follaje, observó que a mayor densidad de población, menor fijación de bióxido de carbono a nivel de hoja, esto correspondió a una mayor resistencia estomática. Sin embargo, no se observó un efecto negativo en el desarrollo de las plantas y el rendimiento de grano en altas densidades de población. Caso contrario ocurrió en este estudio y las diferencia encontrada se le puede atribuir a tres causas principales; que la

dosis aplicada de fertilización (140-40-00) fueron similar en las tres densidades, las precipitaciones registradas por arriba del promedio histórico (328.2 mm) ya que en todo el ciclo del cultivo fue de 411 mm y la presencia de numerosos días nublados, lo que provocó que el cultivo alargara cada etapa fenológica por lo que necesitó más tiempo para acumular las horas calor requeridas. López (2004) menciona que al evaluar diferentes cruzas en el campo experimental de INIFAP en Río Bravo, Tamaulipas con densidades de 25,000, 50,000 y 70,000 plantas ha^{-1} para determinar el efecto de estas en el llenado de grano, encontró que el aumento en la densidad de población redujo significativamente en 8 y 9 % el peso individual del grano en mazorca primaria y secundaria a consecuencia de la reducción del periodo efectivo del llenado en 2.7 y 3.0 gr en la mazorca primaria y secundaria, por lo que la tasa de llenado de grano fue el componente de crecimiento que menos se afectó por la densidad de población. En un estudio realizado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), se sugieren densidades óptimas de siembra de 65 000 plantas ha^{-1} para genotipos tropicales de maíz que tengan una altura de planta superior a los 2.4 m (Violic, 2001). Ante esto Cano *et al* (2001), señalan en un trabajo realizado sobre densidades de población en híbridos de maíz bajo temporal en el trópico húmedo, que al aumentar la densidad de 50 000 a 62 500 plantas ha^{-1} obtuvieron el mayor rendimiento de grano, ya que el rendimiento se incrementó en 0.30 t ha^{-1}.

Cuadro 1. Análisis de varianza combinado para la variable rendimiento de grano en dos híbridos de maíz y tres densidades de población en Río Bravo, Tam.

F. V.	G. L.	C. M.	Valor de F	Pr > F
Híbridos	1	4212019.87	13.16	0.011**
Repetición	3	96859.00	0.30	0.822
Repetición*Híbrido	3	120237.91	0.38	0.774
Densidad	2	770334.24	2.41	0.170
Repetición*Densidad	6	71803.54	0.22	0.954
Híbrido*Densidad	2	95345.95	0.30	0.752
Error	6	319953.599		
Coeficiente de variación (6.5 %)				

** Significativo al nivel de probabilidad de 0.01. F.V= Fuente de Variación; G.L= Grados de Libertad.

Cuadro 2. Comparación de medias (Tukey, P≤ 0.05) en dos híbridos para la variable de rendimiento en t ha^{-1} en Río Bravo, Tam.

Híbrido	Media
Garañón	9050.5 A
P3097	8212.7 B

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (P≤0.05).

Cuadro 3. Comparación de medias (Tukey, P≤ 0.05) en tres densidades para la variable de rendimiento en t ha^{-1} en Río Bravo, Tam.

Tratamientos	Media
45,000 plantas/ha	8424.6 B
55,000 plantas/ha	8988.4 A
70,000 plantas/ha	8481.8 B

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (P≤0.05).

CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias significativas entre híbridos, donde el genotipo Garañón fue el que obtuvo mayor rendimiento (9050.5 t ha^{-1}). La densidad con mayor rendimiento fue con 55,000 plantas/ha (8988.4 t ha^{-1}). Es probable que con las condiciones atípicas presentadas en el ciclo, hayan podido reflejar diferencias en las densidades de población.

BIBLIOGRAFIA

Cano O, Tosquy OH, Sierra M, Rodríguez FA (2001) Fertilización y densidad de población en genotipos de maíz cultivados bajo condiciones de temporal. Agronomía Mesoamericana 12: 199-2003.

López, S. A. 2004. Componentes del crecimiento de grano de cultivares prolíferos de maíz. Revista Fitotecnia Mexicana. 27(1): 223-26.

Maya LJB, Ramírez DJL (2002) Respuesta de híbridos de maíz a la aplicación de potasio en diferentes densidades de población. Rev. Fitotec. Mex. 25(4): 333-338.

Moreno, C.C. 2000. Distribuciòn de la radiaciòn solar en el cultivo de maìz (*Zea mays* L.) bajo diferentes densidades de poblaciòn con la fotosintesis y la productividad. Tesis de maestria. Saltillo, Coahuila, Mèxico. pp. 51-52.

Njoka EM, Muraya M, Okumo M (2005) Plant density and thinning regime effect on maize (*Zea mays*) grain and fodder yield. Australian Journal of Experimental Agriculture 44: 1215-1219.

Pinter L, Afoldi Z, Burucs Z, Paldi E (1994) Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. Agron. J. 86: 799-804.

Reyes MCA, Girón CJR y Rosales RE. 1990. Guía para producir maíz en el norte de Tamaulipas. Folleto para productores No. 7. SARH-CIFAP-CERIB. Río Bravo, Tamaulipas, México. 31p.

Sangoi L (2000) Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. Ciencia Rural, Santa Maria. 31(1): 159-158.

Violic AD (2001) Manejo integrado de cultivos. En: El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Paliwal RL, Granados G, Lafitte HR, Violic AD (eds) FAO, Roma. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s22.htm#P0_0. Fecha de consulta: 05 de Julio de 2016.

ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTO EN HÍBRIDOS DE MAÍZ AMARILLO

Rosendo Hernández Martínez[1§], César Augusto Reyes Méndez[1], José Espinoza Velázquez[2], Alfonso López Benítez[2], Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico[2]

[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]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Depto. de Fitomejoramiento. Calzada Antonio Narro No. 1923. C.P. 25315. Saltillo, Coahuila, México. Tel: 01 844 411 0298. Autor de correspondencia: (hernandez.rosendo@inifap.gob.mx).

INTRODUCCION

Hoy en día el maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. En Tamaulipas la producción de granos el maíz ocupa el segundo lugar en importancia, únicamente superado por el sorgo. En el 2014 se sembraron aproximadamente 460 002 mil hectáreas de maíz para grano con rendimiento promedio que va de 0.99 a 4.92 t ha^{-1} y un volumen de producción de 1,372 619 millones de toneladas (SIAP, 2016). Los rendimientos de grano de maíz son muy variables por las condiciones climáticas propias de cada región, y por el uso de tecnología moderna (semilla híbrida, fertilizantes agroquímicos), obteniéndose desde la pérdida total del cultivo en algunas áreas, hasta 10.0 t ha^{-1} bajo condiciones de riego en diferentes partes de los distritos involucrados del estado de Tamaulipas. Es difícil que en la región se alcancen los rendimientos que se obtienen en otras regiones del país como Guanajuato y Sinaloa, en donde temperaturas frescas favorecen la etapa reproductiva del maíz, lo cual se refleja directamente en un mayor llenado de grano y por ende mayor rendimiento. Una de las actividades que realiza el INIFAP a través de sus campos experimentales distribuidos en todo el país, es el de evaluar nuevas variedades de maíz de diferentes compañías semilleras e instituciones que requieren de este servicio. Estos trabajos se vienen realizando desde el año de 1987 a través del Comité Técnico de Semillas (COTESE) y con base en estas evaluaciones, el INIFAP-Campo Experimental Río Bravo (CERIB) sugiere a la SAGARPA que materiales deben incluirse en la lista de variedades comerciales. Bajo este contexto el estudio se planteó con el objetivo de evaluar en condiciones de riego el rendimiento y características agronómicas en maíz de grano amarillo.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se estableció durante el ciclo O-I 2014-2015 en condiciones de riego en los terrenos del Campo Experimental Río Bravo, Tamaulipas. Se evaluaron 28 genotipos de maíz: 25 híbridos experimentales desarrollador por el programa del Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con sede en Saltillo, Coahuila (UAAAN) y tres híbridos comerciales de la región utilizadas como testigos: Pioneer (30P49), INIFAP (H-443A) y Dekalb (DK 1050), todos de grano amarillo.

Cuadro 1. Híbridos de maíz amarillo utilizados para la evaluación de rendimiento en el ciclo O-I 2014/2015 en condiciones de riego *(Zea mays* L.).

Híbridos		
2103*2120	2105*2214	2107*2304
2103*2201	2105*2503	Dekalb 1050
2103*2203	2107*2119	2107*2311
30P97	2107*2201	2107*2312
2103*2312	2107*2204	2107*2315
2103*2421	2107*2206	2107*2418
2105*2119	2107*2209	2107*2420
H-443A	2107*2214	2107*2421
2105*2201	2107*2219	
2105*2209	2107*2221	

La siembra se realizó el 20 de febrero en el CERIB, los híbridos se distribuyeron en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones; cada unidad experimental consistió de un surco de 5 m de largo y con separación entre surcos de 0.8 m, sembrado a una densidad de 70,000 plantas/ha. Al momento de la cosecha se colectaron 26 plantas con competencia completa. Los ensayos se manejaron de acuerdo al paquete tecnológico para maíz recomendado por el INIFAP-CERIB. (Reyes *et al*., 1990).

Se cuantificaron diferentes variables agronómicas como son: rendimiento de grano ajustado al 14 % de humedad, días a floración masculina y femenina, Porciento de Grano y Porciento de Mazorca Buena. La información se analizó con el programa Statitical Analysis System (SAS) versión 9.0.y la comparación de medias se hizo mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS P≤0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias (P≤0.01) entre los genotipos evaluados para las variables de KPH, PGR, PMB, FM y FF (Cuadro 2), probando que al menos uno de los 25 híbridos provenientes de la UAAAN es diferente en alguna de las variables en estudio con respecto a los híbridos H-443A, Dekalb 1050 y 30P97, derivados de empresas comerciales de la región lo cual a lo largo de varios ciclos de evaluaciones han mostrado superioridad en rendimiento comparándolos con otros híbridos de distintas casas semilleras. Lo anterior nos indica que existen cruzas que presentan buen comportamiento en combinaciones, debido a la diversidad genética de la población que se utilizó como progenitores, ya que a medida que se incrementa la diversidad genética de los progenitores, se aumentan las diferencias entre cruzas tanto en caracterizas agronómicas como fisiológicas. Resultados similares encontraron Reyes y Hernández (2015) al evaluar híbridos de maíz de grano blanco y amarillo en dos localidades del norte de Tamaulipas, encontrando diferencias significativas (P≤0.01) entre los híbridos en ambas localidades.

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en 28 híbridos de maíz amarillo en la localidad de Río Bravo, Tamaulipas. Riego. Ciclo O-I 2014-2015.

F.V	G.L	KPH	PGR	PMB	FM	FF
REP	2	252868.8	0.05	55.39	7.75**	5.33
GEN	27	4808221.4**	40.25**	143.65**	11.05**	14.52**
ERROR	54	878018.0	2.751	41.70	1.77	3.08
C.V (%)		12.8	2.14	7.10	1.70	2.23
MEDIA		7272	77.38	90.83	78.25	78.63
MAXIMA		10772	84.89	98.925	82.00	83.00
MINIMA		4006	66.646	64.202	75.667	75.667

*, ** Significativo y altamente significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente. F.V= Fuente de Variación; G.L= Grados de Libertad; KPH= Kilogramos por Hectárea; PGR= Porciento de Grano; PMB= Porciento de Mazorca Buena; FM= Floración Masculina; FF= Floración Femenina; REP= Repeticiones; GEN= Genotipos; C.V= Coeficiente de Variación.

Los coeficientes de variación en la mayoría de las variables fueron bajas, con un 12.8 % para la variable de rendimiento, lo que nos indica que la evaluación estuvo bien conducida y la información es confiable. La producción (KPH) de los genotipos oscilo en 4006 kg/ha a 10772 kg/ha, superando el promedio del experimento (7272 kg/ha). En cuanto a los días de floración se encontraron materiales con FM de 76 a 82 días y FF de 76 a 83 días después de siembra. El porcentaje de grano (PGR) (relación grano-olote) vario de 66.64 a 84.39 %. Con respecto al

porcentaje de mazorcas buenas o sanas (PMB) de acuerdo al cuadro 2 se encontró al menos un genotipo con 98.9 % como máximo y una mínima del 64.20 %.

Cuadro 3. Comparación de medias (DMS, P<0.05) de 28 híbridos en maíz amarillo en la localidad de Río Bravo, Tamaulipas. Riego. Ciclo O-I 2014-2015.

Híbridos	KPH	PGR	PMB	FM	FF
Dekalb 1050	10772 a	84.89 a	96 abc	77 hij	77 hij
30P97	9988 ab	83.67 ab	99 a	77 hij	76 ij
H-443A	8768 bc	81.40 bcd	95 abc	80 abcde	80 bcdefg
2107*2209	8308 cd	72.02 p	89 abcde	81 a	82 abc
2107*2219	7952 cde	79.62 cdefg	96 abc	77 fghij	78 fghij
2105*2201	7847 cdef	77.30 fghijkl	88 abcde	77 fghij	78 efghij
2107*2421	7724 cdef	76.50 ijklm	90 abcde	76 ij	76 j
2107*2214	7713 cdef	79.22 defgh	97 ab	81 abc	81 abcd
2107*2304	7630 cdefg	80.48 cde	96 abc	77 fghij	78 fghij
2107*2206	7564 cdefg	76.91 ghijklm	94 abcd	80 abcde	81 abcde
2107*2204	7553 cdefg	78.38 efghij	95 abc	77 ghij	77 ghij
2103*2120	7391 cdefgh	78.47 efghi	88 bcde	76 ij	76 j
2107*2201	7358 cdefgh	78.00 efghijk	92 abcde	79 bcdef	80 bcdef
2103*2203	7186 defgh	74.57 mnop	94 abcd	77 fghij	78 fghij
2103*2421	7091 defgh	75.09 lmno	89 abcde	78 defgh	78 efghij
2107*2420	7090 defgh	82.17 bc	98 ab	76 j	76 j
2107*2311	7069 defgh	78.43 efghi	93 abcde	77 hij	77 hij
2107*2119	6922 defgh	79.63 cdef	97 ab	79 bcdefg	79 cdefgh
2105*2119	6872 defgh	75.48 klmno	91 abcde	78 efghi	79 defghi
2103*2201	6871 defgh	76.72 hijklm	82 e	77 ghij	78 efghij
2105*2503	6724 efgh	75.68 jklmno	93 abcde	79 cdefgh	79 defgh
2103*2312	6515 efgh	77.93 efghijk	86 cde	77 hij	78 efghij
2107*2312	6456 efgh	78.49 efghi	83 e	76 j	76 j
2107*2418	6341 fgh	76.28 ijklmn	90 abcde	78 fghij	79 defgh
2107*2221	6130 gh	75.46 klmno	89 abcde	81 ab	81 abcd
2107*2315	5910 h	73.706 nop	84 de	80 abcd	81 abcd
2105*2209	5876 h	73.46 op	92 abcde	82 a	82 ab
2105*2214	4006 i	66.64 q	64 f	82 a	83 a

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0.05).

Al realizar las pruebas de medias (DMS, P<0.05), se observa en el cuadro 3 para la variable kilogramos por hectárea (KPH) que el mejor genotipo con mayor rendimiento fueron los testigos: Dekalb 1050 (10772), 30P97 (9988) y H443A (8768), así mismo para esta variable los híbridos experimentales más sobresalientes fueron: 2107*2209 (8308), 2107*2219 (7952), 2105*2201 (7847), 2107*2421 (7724) y 2107*2214 (7713), respectivamente. Como es de observarse las cruzas más sobresalientes permanecieron más constantes en su mayoría de las variables de estudio (Cuadro 3). Estas diferencias puede deberse a dos factores (temperatura y lluvias) muy importantes en la región ya que el clima que se presentó durante el ciclo O-I 2014-2015, registradas en la estación climática CERIB, en los meses de enero a mayo se reportaron temperaturas más frías de las normales, lo que provoco que el cultivo alargara cada etapa fenológica ya que necesito más tiempo para acumular las horas calor requerida. En lo referente a la lluvia, se registraron precipitaciones por arriba del promedio histórico (328.2 mm), ya que para esta época del año en todo el ciclo del cultivo fue de 411.0 mm. Lo expuesto anteriormente Ramírez *et al*. (2010) menciona que el crecimiento y desarrollo de las plantas dependen de su constitución genética, de las condiciones de suelo y clima en donde se ha establecido el cultivo. Asimismo, la época de siembra y la variedad son factores críticos en todos los sistemas de producción, los genotipos responden diferencialmente a los factores del ambiente (principalmente plagas, enfermedades y temperatura) que se manifiestan en diversos grados a lo largo de la estación del crecimiento y que impactan el rendimiento económico y la calidad del producto.

CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias estadísticas en todas las variables en estudio; KPH, PGR, PMB, FM y FF. Las prueba de medias revelaron que los híbridos comerciales fueron las de mayor rendimiento (Dekalb 1050, 30P49 y H-443A), con rendimientos superiores a las 8.7 t ha^{-1} y los híbridos experimentales con mayores rendimientos son las cruzas; 2107*2209, 2107*2219, 2105*2201 y 2107*2421, superiores a los 7.7 t ha^{-1}. Los materiales experimentales más sobresalientes pueden ser elegidos para seguir evaluándolos en posteriores estudios con la finalidad de buscar algún carácter de interés.

BIBLIOGRAFIA

Ramírez DJL; JJ Wong P; JA Ruiz C; M Chuela B (2010). Cambio de fecha de siembra del maíz en Culiacán, Sinaloa, México. Rev. Fit. Méx. 33(1): 61-68.

Reyes MCA; Hernández MR. (2015). Evaluación de híbridos de maíces de grano blanco y amarillo en dos localidades del norte de Tamaulipas. Memoria de la XXVII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, Méx. p. 116-121.

Reyes MCA, Girón CJR y Rosales RE. 1990. Guía para producir maíz en el norte de Tamaulipas. Folleto para productores No. 7. SARH-CIFAP-CERIB. Río Bravo, Tamaulipas, México. 31p.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación (SIAP-SAGARPA). 2016. Estadísticas agrícolas por entidades de México. URL: http://www.siap.sagarpa.gob.mx.

TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN QUE PERMITEN PRODUCIR PLÁNTULA DE PASTO NAVAJITA CON BUENAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EN INVERNADERO

Erickson Basave Villalobos, Pablo Alfredo Dominguez Martinez, José Ángel Sigala Rodríguez y Rafael Jiménez Ocampo

Campo Experimental Valle del Guadiana. CIR-Norte Centro. INIFAP. basave.erickson@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La pérdida y fragmentación acelerada de la cubierta vegetal de los pastizales distribuidos en el norte de México, ha provocado en estos ecosistemas, alteraciones en su estructura, integridad y funcionalidad, por lo tanto, su capacidad para proveer bienes y servicios se está reduciendo. Estadísticas de CONABIO (2015) señalan que una extensión superior al 36% del pastizal distribuido en esta región se ha perdido, y sólo alrededor del 60% del pastizal que aún está presente, se mantiene conservado. Ante este panorama, varias especies de pastos nativos han disminuido su cobertura o han sido desplazadas. Tal es el caso de *Bouteloua gracilis* (pasto navajita) la cual es una especie con alta importancia económica, ecológica y social, pues su alto potencial forrajero (buena calidad nutricional), y las funciones ecohidrológicas que desempeña en el suelo (Reyes et al. 2015), le confieren dicho valor.

La capacidad natural de dispersión de este pasto se ha limitado debido a cambios en el uso del suelo, al sobrepastoreo y por la invasión de pastos exóticos (ECOPAD, 2007). Por ello, acciones para recuperar su cobertura son requeridas para evitar que la especie se pierda junto con los beneficios que representa.

De acuerdo con diversos estudios, el establecimiento de pastos a partir de plántulas propagadas en invernadero es una alternativa viable para recuperar la cobertura de los pastizales. A diferencia de la siembra directa, este método tiene varias ventajas; primero, se hace un uso más eficiente de la semilla al evitar pérdidas por el viento, baja o nula germinación debido a escasa humedad en el suelo o depredación por aves; segundo, se reducen los costos de operación, pues disminuye la necesidad de resiembra al asegurar un adecuado establecimiento de las plántulas que involucra altas tasas de supervivencia.

No obstante, la plántula propagada en invernadero debe disponer de buenas características morfológicas para que se desempeñe satisfactoriamente en campo. Existe poca experiencia en torno a qué técnicas de cultivos son adecuadas para producir en invernadero plántula de pasto navajita con buenas características morfológicas, por ello en el presente trabajo se examinan el efecto de tipos de envases y de la adición de hidrogel al sustrato para definir alguna técnica de

producción que permita obtener pasto navajita con buenas características morfológicas en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio**.** El experimento se realizó en condiciones de invernadero durante el periodo comprendido entre junio y septiembre del 2015. Durante el tiempo que duró la prueba, la temperatura promedio diurna dentro de las instalaciones osciló en 32°C y la nocturna en 20°C. La humedad relativa se mantuvo entre 40-50% y la radiación solar global promedio en 565 W/m^2. El invernadero es de vidrio y se localiza en el Campo Experimental Valle del Guadiana del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Durango, México (24° 01'32,6" N, 104° 41' 34,6" O).

Proceso de propagación del pasto. En el estudio se utilizaron plántulas de pasto navajita propagadas a partir de semilla de la variedad Cecilia, producida por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Cada Kg de semilla tiene 1 200 000 unidades de dispersión y 14% de germinación. El sistema de producción fue en contenedor. Se utilizaron charolas de poliestireno de 78 cavidades (140 mL por cavidad) y tubetes individuales de plástico rígido de 200 mL.

El sustrato utilizado fue una mezcla compuesta por turba de peat moss, corteza de pino y perlita en proporciones 2:1:1, e hidrogel (acrilato de potasio). La siembra se realizó manualmente. En cada cavidad se depositaron de 0.30- 0.35 g de unidades de dispersión, las cuales fueron cubiertas por una capa delgada del mismo sustrato. Durante todo el periodo de crecimiento en invernadero, las plántulas fueron regadas periódicamente a saturación. Adicionalmente, una vez por semana durante seis semanas, se aplicó fertilizante hidrosoluble de propósito general 20-10-20 (20 N: 10 P_2O_5: 20 K_2O) a una concentración de 200 mg de nitrógeno L^{-1}.

Técnicas de producción evaluadas y diseño experimental. Las técnicas de producción examinadas fueron tipos de envases y uso de hidrogel. Los tipos de envases fueron charolas de poliestireno de 78 cavidades (140 mL por cavidad) y tubete rígido de plástico de 200 mL. El uso de hidrogel se evaluó con la adición de 4 g/L de sustrato y un control en el que no se aplicó el producto. Las técnicas de producción se analizaron de forma combinada y se representaron como cuatro tratamientos: T1=charola de poliestireno sin hidrogel, T2=charola de poliestireno con hidrogel, T3=tubete rígido de plástico sin hidrogel y T4=tubete rígido de plástico con hidrogel. Cada tratamiento tuvo tres repeticiones. La unidad experimental estuvo conformada por una charola de cada tipo de envase. En el caso del tubete, la charola estuvo conformada por 25 tubetes individuales. El diseño experimental fue completamente al azar.

Variables evaluadas. En la primera semana de septiembre, cuando las plántulas tenían 2.5 meses de edad, se evaluó la calidad morfológica de las plántulas. Para ello, se realizó el siguiente procedimiento: primero, de cada repetición por tratamiento, se seleccionaron al azar seis cavidades llenas de plántulas. Luego, el conjunto de plántulas de cada cavidad, se extrajo manualmente y se les retiró el sustrato del cepellón. Entonces, de cada conjunto, fueron seleccionadas tres plántulas, a las cuales se les determinó el número de macollos, la longitud del tallo principal (medido desde la base al último entrenudo), la longitud de la hoja y el número de raíces. Posteriormente, a cada plántula se le registró el peso seco de la biomasa aérea y radical. Este último procedimiento se realizó tras secar las muestras en una estufa a 70°C durante 72 h.

El número de macollos por plántula (M/P), la longitud del tallo principal (LT), la longitud de la hoja (LH), el número de raíces (NR), el peso seco de la biomasa aérea (PSA) y el peso seco de biomasa radical (PSR) fueron las variables de respuesta definidas para evaluar la calidad morfológica del cultivo.

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza no paramétrico mediante la prueba Kruskal-Wallis con un nivel de significancia $\alpha=0.05$. En casos requeridos, las medias se compararon por pares. Los datos se analizaron con el software InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La morfología de las plántulas del pasto navajito varió en función de las técnicas de producción (Cuadro 2). Los tratamientos evaluados registraron diferencias significativas ($P=0.0037$) en el número de macollos por plántula y en la longitud de tallo principal ($P=0.0029$), y altamente significativas ($P<0.0001$) en número de raíces, peso seco aéreo y peso seco radical. La longitud de la hoja fue la única variable sin diferencias estadísticas entre tratamientos ($P=0.3788$). Al respecto, los pastos producidos en charola de poliestireno con hidrogel registraron los valores más elevados en el número de macollos/plántula, número de raíces y peso seco de biomasa aérea (figuras 1, 3 y 4). En cambio, en las variables longitud de tallo y peso seco de biomasa radical, las mayores cifras las obtuvieron los pastos producidos en charola pero sin hidrogel (figuras 2 y 5).

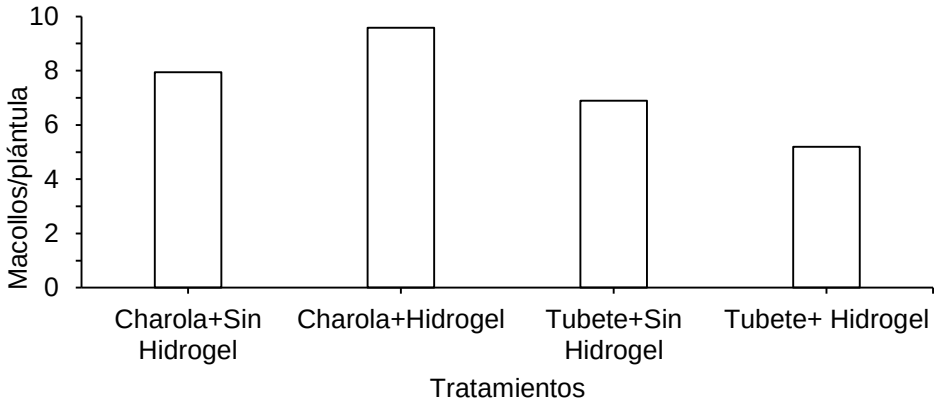


Figura 1. Número de macollos generados por plántula de pasto navajita en función del tipo de envase e hidrogel en el sustrato.

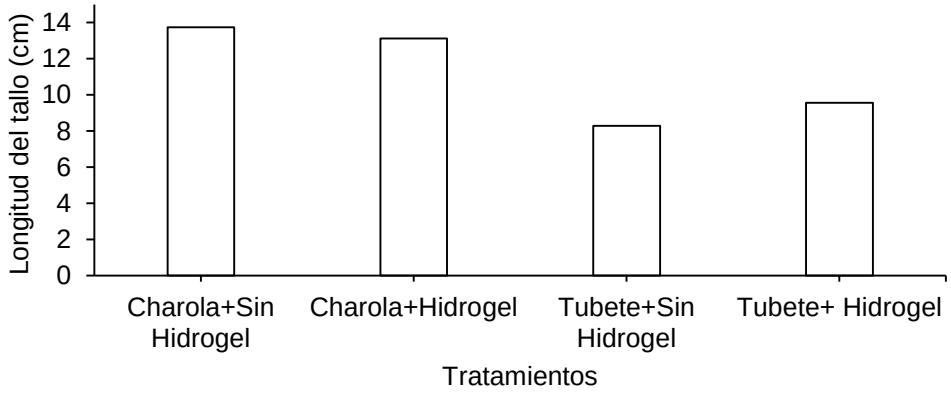


Figura 2. Longitud del tallo de plántulas de pasto navajita en función del tipo de envase e hidrogel en el sustrato.

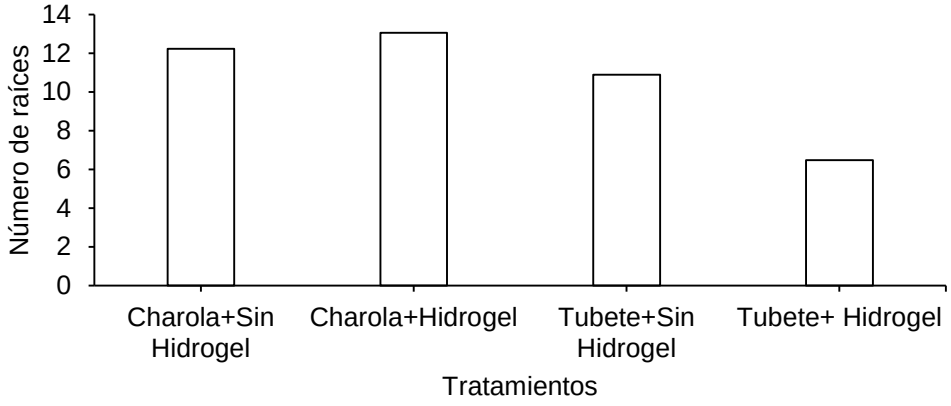


Figura 3. Número de raíces generadas en plántulas de pasto navajita en función del tipo de envase e hidrogel en el sustrato.

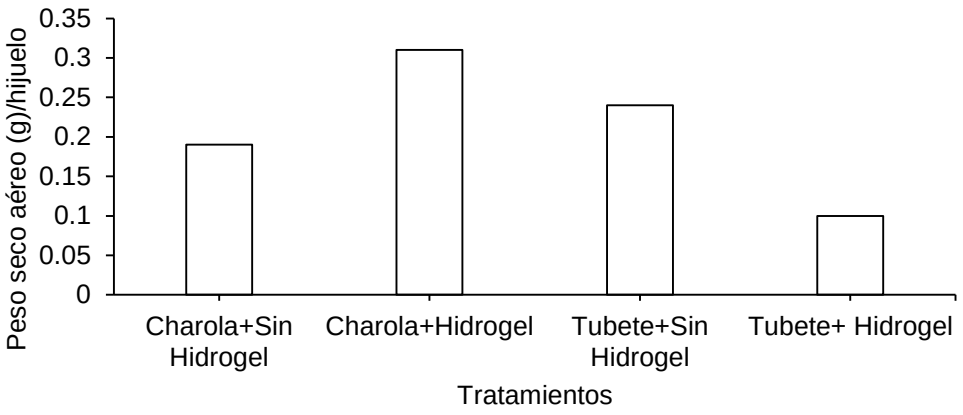


Figura 4. Peso seco de biomasa aérea en plántulas de pasto navajita en función del tipo de envase e hidrogel en el sustrato.

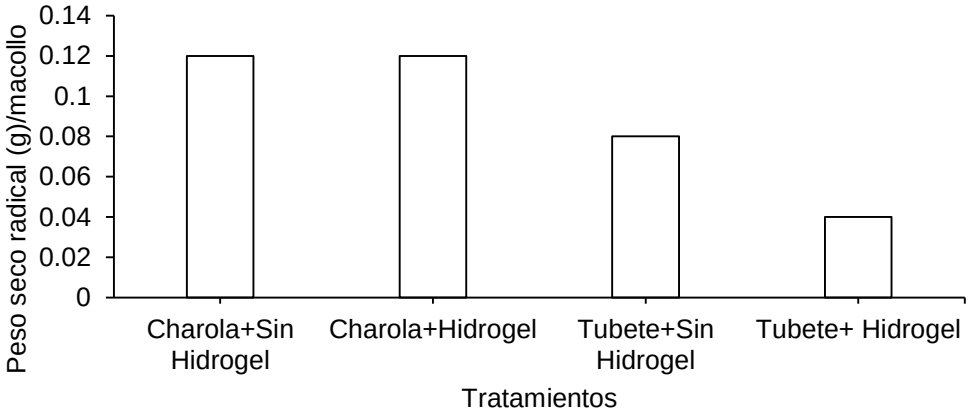


Figura 5. Peso seco de biomasa radical en plántulas de pasto navajita en función del tipo de envase e hidrogel en el sustrato.

En el sistema de producción de planta en envase, el volumen del éste influye en el crecimiento de las plantas. Esto se debe a que dentro del envase, las plántulas están confinadas a un espacio delimitado que restringe el crecimiento. En diversos trabajos de producción de planta ha sido demostrado que entre mayor es el volumen del envase, mejor es el crecimiento de los cultivos (Annapurna et al. 2004; Fascella y Rouphael, 2015; Nunez y Osborne, 2015); sin embargo, estos reportes no coinciden con los resultados obtenidos en este trabajo dado que el pasto navajita presentó un mejor crecimiento en un envase de menor volumen en comparación con uno de mayor (figuras 1-5). Tal contrariedad de respuestas podría estar asociada con la influencia de otros factores como la temperatura del medio de crecimiento. La temperatura, desempeña un rol importante en la fisiología y metabolismo de las plantas, especialmente en la

raíz. La tasa de absorción de nutrientes y agua, síntesis de hormonas y respiración dependen de este factor y son susceptibles a variaciones ya sea por disminución o incremento (Fischer y Torres, 1998). Es posible puesto que no se evaluó que la temperatura del sustrato dentro de los tubetes de plástico rígido haya sido más elevada que la del sustrato de las charolas de poliestireno expandido, por el tipo de material. Los envases de plástico se caracterizan por su elevada capacidad para absorber radiación y conducir calor al sustrato, pero también por acumular el calor debido a la reducida tasa de evaporización de agua en el sustrato que presentan al no tener poros en sus paredes (Tauer y Cole 2009, Nambuthiri et al. 2012, Nambuthiri et al. 2015).

El aumento de temperatura pudo haber limitado el crecimiento radical tras afectar en primera instancia la tasa de aeración. La respiración, absorción de iones y agua requieren cantidades adecuadas de oxigeno (O_2). En el sustrato, el oxígeno está disponible cuando el espacio poroso está ocupado en la misma proporción por aire y agua (Jones, 2005). No obstante, a temperaturas elevadas, la solubilidad del O_2 en el agua disminuye e incrementan las tasas de transpiración; esto genera un desbalance que limita la respiración, y, por lo tanto, la energía requerida para la absorción de iones y agua (Jones, 2005).

Además, las respuestas sinérgicas obtenidas entre el tipo de envase y el hidrogel son coherentes con la hipótesis de la temperatura y aeración. Así como lo demuestra Abedi-Koupai et al. (2008), probablemente la adición de hidrogel en el sustrato incrementó el espacio poroso, promoviendo así, una mejor disponibilidad de O_2 para las raíces. También, las respuestas en el crecimiento de las plántulas del pasto navajita sugieren que el hidrogel mejoró de las propiedades hidráulicas del sustrato de manera similar a lo obtenido por Al-Darby (1995) y Abedi-Koupai et al. (2008), garantizando un adecuado estado hídrico en las plántulas, lo cual es indispensable para mantener a niveles apropiados las tasas fotosintéticas que mantienen activo el crecimiento y otras funciones fisiológicas, tal como se reporta en diversos cultivos (Rowe et al. 2005, Thomas 2008, Lucero et al. 2010, Pattanaaik et al. 2015).

CONCLUSIONES

La morfología de las plantas fue afectada por las técnicas de producción. El uso de charolas de poliestireno de 78 cavidades (140 mL por cavidad) y la adición de 4 g de hidrogel por litro de sustrato mejoraron las características morfológicas de los pastos navajita producidos en invernadero. De ahí, con base en los resultados obtenidos, para producir pasto de buena calidad morfológica el uso de la con la adición de da los mejores resultados.

BIBLIOGRAFÍA

Al-Darby, A. M. 1995. The hydraulic properties of a sandy soil treated with gel-forming soil conditioner. Soil Technology 9:15-28.

Abedi-Koupai, J., S, Saeid-Eslamian, J. Asad-Kasemi. 2008. Enhacing the available water content in unsaturated soil zone using hydrogel, to improve plant growth indices. Ecohydrology and Hydrobiology 8(1): 67-75.

Annapurna, D., T. S. Rathore, and G. Joshi. 2004. Effect of container type and size on the growth and quality of seedlings of Indian sandalwood (Santalum album L.). Australian Forestry 67(2): 82-87.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2015. Pastizales. Biodiversidad Mexicana http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosis temas/pastizales.html

ECOPAD, 2007. Aguirre, C., J. Hoth y A. Lafón (editores). Estrategia para la Conservación de Pastizales del Desierto Chihuahuense. Chihuahua México. 23 pp

Fascella, G. and Y. Rouphael. 2015. Growth and water use efficiency of potted *Murraya paniculata* as affected by irrigation system and container size. European Journal of Horticultural Science 80 (2): 81-86.

Fischer, G. y F. Torres C. 1998. Efecto de la temperature del suelo sobre la planta. 2. Fisiología y metabolismo. Revista Comalfi 25 (1-3): 40-50.

Jones, J. B. 2005. The Plant Root: Its Roles and Functions, Hydroponics: A Practical Guide for the Soilless Grower, CRC Press, Boca Raton Florida. pp. 19-28.

Lucero, M. E., D. R. Dreesen and D. M. VanLeeuwen. 2010. Using hydrogel filled, embedded tubes to sustain grass transplant for arid and restoration. Journal of Arid Environments 74: 987-990.

Nambuthiri, S., Geneve, R., Fernandez,T., Fulcher, A., Koeser, A., Bi, G., Evans, M.R., Niu, G., Pershey, N., Stewart, R., Verlinden, S. and Wang, X. 2012. Substrate Heat Buildup and Evaporation Rate Differs Between Plastic and Alternative One Gallon Nursery Containers.SNA Research Conference Vol. 57. Pages: 60-62.

Nambuthiri, S., Geneve, R. L., Sun, Y., Wang, X., Thomas Fernandez, R., Niu, G. .Bi G, Fulcher, A. 2015. Substrate temperature in plastic and alternative nursery containers. HortTechnology, 25(1): 50-56

Nunez, G. and Osborne, R.K. 2015. The effects of potting container size and irrigation frequency on medium temperature. Acta Hortic. 1085:171-183

Pattanaaik, S. K., B. Singh, L. Wangchu, P. Debnath, B. N. Hazarika and A. K. Pandey. 2015. Effect of hydrogel on water and nutrient management of *Citrus limon*. International Journal of Agriculture Innovations and Research 3(5): 1555-1558.

Reyes, G. V. M.; O. Viramontes O.; J. T. Arredondo M.; E. Huber-Sannwald; A. Rangel R. 2015. Functional ecohydrological differences among native and exotic grassland covers in sub-urban landscapes of Chihuahua city, Mexico. Lanscape and Urban Planning 139:54-62.

Rowe E. C., J. C. Williamson, D. L. Jones, P. Holliman and J. R. Healey. 2005. Journal of Environmental Quality 34: 994-1003.

Tauer P. K, and J. C. Cole. Effect of fabric and plastic containers on plant growth and root zone temperatures of four tree species. Journal of Environmental Horticulture 27(3): 145-148.

Thomas, D. S. 2008. Hydrogel applied to the root plug of subtropical eucalypt seedling halves transplant death following planting. Forest Ecology and Management 255: 1305-1314.

RENDIMIENTO DE FRIJOL PINTO Y MAÍZ DE TEMPORAL CON DOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN ESTABLECIDOS EN UNA PLANTACIÓN DE AGAVE

Homero Sarmiento López[1]*, Rigoberto Rosales Serna[1], Erickson Basave Villalobos[1], José Luis García Pérez[2] y Pablo Salmeron Andrade[3]

[1] INIFAP-Campo Experimental Valle de Guadiana. Carr. Durango-El Mezquital km 4.5 Durango, Dgo. México. C. P. 34170. [2] INIFAP-Sitio experimental La Campana, Carr. Chihuahua-Ojinaga km 33. Cd. Aldama, Chih., México, C.P. 32910, [3] Instituto Tecnológico Valle del Guadiana. Carr. Durango-México km 22.5 Villa Montemorelos, Dgo. México. C. P. 34371.
* sarmiento.homero@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La interacción de factores bióticos y abióticos del medio ambiente afecta el crecimiento de las especies vegetales (Martínez-Ramírez, 2014). Como menciona Vázquez-Moreno *et al*., (2015), el diseño de sistemas de cultivo constituye un potencial para la reconversión agroecológica ya que aumentan su eficiencia al integrar cultivos productivos y plantas con funciones de autorregulación ecológicas. La diversidad de ambientes de zonas áridas en el país alberga un gran número de plantas con utilidad real o potencial, que podrían significar una posibilidad de ingresos económicos para los pobladores (González, 2012). Además, la asociación de cultivos perenes y anuales puede ayudar a disminuir los costos de establecimiento de los cultivos que requieren tiempos largos para producir (Soria *et al.,* 1975).

El agave es una planta con importancia para pobladores de zonas áridas y semiáridas ya produce recursos con un gran valor y además como se establece en suelo pobres ayuda a la retención de agua y suelo (Rocha *et al.,* 2006). En Durango y Zacatecas, se utiliza con fines medicinales, de ornato, obtención de fibra, aguamiel, forraje, mezcal y uso en terrazas agrícolas. La principal actividad derivada del aprovechamiento del agave es la elaboración de mezcal (Barragán *et al.,* 2010). Por su parte, el maíz es un producto básico para los mexicanos especialmente para los habitantes de las zonas rurales ya que es básico para su alimentación, además, con su comercialización los productores rurales pueden obtener recursos para adquirir otros alimentos (Arenas *et al*., 2016). El frijol es la leguminosa mas importante a nivel mundial (Rosales *et al.,* 2004) debido a su alto contenido de proteínas y fibra, carbohidratos complejos, vitaminas (ácido fólico) y minerales (Miklas, 2006).

Dentro del manejo de los sistemas de producción de alimentos se deben promover técnicas para lograr una reconversión sustentable, y un ejemplo de ello es el uso de fertilizantes de

origen químico y orgánico (Díaz et al., 2007). El uso de compostas es una práctica que aporta nutrientes a las plantas y además ayuda a reducir el uso de fertilizantes químicos y mejorar las características de los suelos deteriorados por uso excesivo de agroquímicos (Nieto-Garibay *et al*., 2002). En este contexto el ensayo tuvo como propósito la evaluación de dos variedades de frijol y dos variedades de maíz establecidos en una plantación con *Agave durangensis*, en la región de Nombre de Dios Durango así como la alternativa de fertilización con composta comercial para favorecer su productividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la localidad "El refugio" perteneciente al municipio de Nombre de Dios en el estado de Durango, coordenadas geográficas 23º52'53.8''N y 104º12'53.8'' y altitud de 1827, en una plantación de *Agave durangensis* de seis años de edad con una densidad aproximada de 1,800 plantas por hectárea (1.1 m entre plantas y 5 m entre líneas) con las siguientes características en promedio por planta: 6 rosetas, 19.54 pencas, 63.02 cm de altura y un cobertura de 56.19 cm, se estableció una siembra con dos variedades de frijol y dos de maíz así como dos tratamientos de fertilización. Previo a la siembra se aplicó el herbicida atrazina + s metolaclor y fluazipop-p-butil para controlar gramíneas. Una semana antes de sembrar, se realizó un subsolado a profundidad de 40 cm. El mismo día antes de sembrar se preparó el terreno con dos pasos de rastra. La siembra se realizó el día 11 de julio de 2015. Se utilizó una sembradora experimental de dos hileras. Las variedades de frijol evaluadas fueron Pinto saltillo y Pinto centauro y las variedades de maíz fueron dos de temporal: Cafime y Criollo Villa Unión. Los tratamientos de fertilización fueron fertilización química convencional (40-40-0) y a la aplicación de composta comercial a razón de 4 ton ha^{-1}(Cuadro 1).

Cuadro 1. Cultivos y tratamientos evaluados en la localidad "El refugio".

Cultivo	Fertilización
Frijol Pinto saltillo	40-40-0 (N-P-K)
Frijol Pinto saltillo	Composta
Frijol Pinto centauro	40-40-0
Frijol Pinto centauro	Composta
Maíz Cafime	40-40-0
Maíz Cafime	Composta
Maíz Criollo Villa Unión	40-40-0
Maíz Criollo Villa Unión	Composta

El contenido de nutrientes de la composta indicado en el envase, fue el siguiente: 2.07 % de nitrógeno total, 2.68 %, de fosforo (P_2O_5), 3.20 % de potasio y 31.75 % de materia orgánica. En el tratamiento de fertilización química, la dosis del fertilizante utilizada, se obtuvo a partir de una mezcla física de urea y fosfato diamónico. La unidad experimental fue de 4 surcos de 10 m de longitud y la separación entre surcos fue de 81 cm. Cada tratamiento tuvo tres repeticiones. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial.

Para el control de maleza (gramíneas) en las parcelas de maíz se aplicó tembotrione y para control de gramíneas en el frijol se aplicó fluzipop-p-butil. El control de gusano cogollero se realizó con Clorpirifos etil + Lambda cyhalotrina y en el frijol el control de insectos se realizó con malation. A los 35 días después de la siembra (dds) se aplicaron los tratamientos de fertilización. Las variables evaluadas en maíz fue producción de forraje verde y forraje seco y en frijol fue rendimiento de grano. Para ello el día 30 de septiembre (82 dds) para determinar la producción de forraje de maíz se realizó un muestreo en cada parcela. Se cosecharon muestras consistentes en la cosecha de los dos centrales de cada parcela y en 5 metros lineales donde se cortaron los tallos a nivel del suelo y se pesaron para determinar forraje verde. Posteriormente las muestras se colocaron en una estufa de secado a 60° C hasta peso constante y se determinó el forraje seco. En el caso del frijol la cosecha se realizó 115 dds donde se arrancaron las plantas de dos surcos centrales en 5 metros lineales de cada parcela, se desgranaron y se almacenaron en bolsas de papel estraza. La determinación de humedad en el grano se obtuvieron mediante el equipo Electronic Tester Model “G” Steinlite SB900® y en base a ello se calculó el rendimiento de grano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para el cultivo de maíz muestra diferencias significativas únicamente en entre variedades (Cuadro 2). La variedad Criollo Villa Unión tuvo mejor comportamiento en cuanto a producción forraje verde como forraje con promedios de rendimiento de 7,874 y 2,166 kg ha^{-1} respectivamente. En el caso de la variedad Cafime se obtuvieron promedios de forraje verde 5,584 y 1,343 kg ha^{-1} de forraje seco. Entre tratamientos de fertilización no se tuvieron diferencias significativas. La composta obtuvo valores promedio de 7,037 y 1,637 kg ha^{-1} para forraje verde y seco. Con la aplicación del fertilizante químico se obtuvo una producción de 6,421 y 1,871 kg de kg ha^{-1} verde y seco (Cuadro 3). Las plantas de maíz no produjeron mazorcas lo cual pudo suceder debido a la poca y mal distribuida precipitación (julio: 134 mm;

agosto 17 mm y septiembre 71.6 mm) durante el periodo crítico de crecimiento del maíz (floración).

Cuadro 2. Resumen del análisis de varianza de forraje verde y forraje seco

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Forraje verde Cuadrados medios	Forraje seco Cuadrados medios
Variedad	1	2035168.331 *	15733996.34 *
Fertilización	1	164046.015 ns	1135510.34 ns
Variedad*Fertilización	1	653217.35 ns	4618312.76 ns
Error	8	197361.404	1694927.09

Cuadro 3. Promedios de rendimiento de forraje verde y forraje seco.

Factor	Forraje seco kg ha-1 *	Forraje verde kg ha-1 *
Variedad		
Criollo **	2,166.6 a	7,874.5 a
Cafime	1,343.0 b	5.584.4 b
Fertilización		
Composta	1,637.90	7.037
Químico	1,871.70	6,421.80
Variedad*fertilización		
Criollo*composta	1,816.40	6,947
Criollo*químico	2,516.90	8,802
Cafime*composta	1,459.40	5,897
Cafime*químico	1,226.60	5,272

* letras diferentes denotan diferencias significativas con base en la prueba de Tukey ($p \geq 0.05$).

**Criollo Villa Unión

El análisis de varianza del cultivo de frijol no detectó diferencias entre variedades ni entre tratamientos de fertilización (Cuadro 4). Los rendimientos de grano obtenidos para la variedad Pinto saltillo fueron de 283 kg ha^{-1} y en el caso del Pinto centauro el rendimiento de grano fue de 164 kg ha^{-1} por ha. En el caso de la fertilización con composta se obtuvo un rendimiento de 254 kg ha^{-1} y el rendimiento donde fue aplicado el fertilizante químico fue de 193 kg ha^{-1} (Cuadro 5). En general estos rendimientos se consideran bajos y son similares con los obtenidos en ambientes críticos como lo fue en el año de 1997 en la localidad de Rancho Nuevo Coahuila donde obtuvieron rendimientos de frijol Pinto saltillo de 262 kg ha^{-1} (Sánchez *et al.*,2006). Caso similar sucedió en la localidad de Francisco I. Madero, Durango en el año 2011,

donde se obtuvieron rendimientos de frijol Pinto saltillo de 220 kg ha^{-1} y para Pinto centauro se tuvo un rendimiento de 169 kg ha^{-1} (Rosales-Serna *et al.,* 2012). En este ensayo la baja y mala distribución de la precipitación durante el periodo (226 mm acumulados) actuó en detrimento del rendimiento. En general la sequia extrema produce efectos de disminución de tasa de crecimiento relativo en las plantas de frijol (Rosales *et al.,* 2012)

Cuadro 4. Resumen del análisis de varianza de rendimiento de grano de frijol

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Rendimiento de grano Cuadrados medios
Variedad	1	42418.38 ns
Fertilizante	1	11317.16 ns
Variedad*Fertilización	1	5342.94 ns
Error	8	18347.1

ns=no significativo

Cuadro 5. Promedios de rendimiento de grano de frijol

Factor	Rendimiento de grano kg ha-1
Variedad	
Pinto saltillo	283.21
Pinto centauro	164.3
Fertilización	
Composta	254.47
Químico	193.05
Variedad*Fertilización	
P. saltillo*Composta	335.02
P. saltillo*Químico	231.4
P. centauro*Composta	173.91
P. centauro*Químico	154.69

CONCLUSIONES

La variedad de maíz que mostró mayor rendimiento fue Criollo Villa Unión. No hubo diferencias de rendimiento entre las variedades de frijol Pinto centauro y Pinto saltillo. En el caso del rendimiento de forraje en maíz y en producción de grano de frijol, no hubo diferencias entre la aplicación de fertilizante químico y composta.

BIBLIOGRAFÍA

Arenas, O. R., Huato, M. Á. D., Jarquín, D. M. S., Muro, L. R., Lezama, J. F. C. P., y Cirilo, S. O. 2016. Maíz, potencial productivo y seguridad alimentaria: el caso de San Nicolás de Los Ranchos, Puebla-México. Nova Scientia, 8(16):352-370.

Barragán, V. G., Almaráz, A. N., Vargas, A. A. M., Delgado, A. E. A., Naranjo, J.N., Herrera, C. J. y Uribe, S. J. N. 2010. Variabilidad genética en plantas de *Agave durangensis* propagada por reproducción somática. *In:* Memorias del XVII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica. IV Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica. VII Jornada Científica de Biomedicina y Biotecnología Molecular.

Díaz, P., Cortés, J. I., Turrent, A., Ortiz, C. A., y Martínez, Á. 2007. La etnoagricultura en laderas de México y su reingeniería para su reconversión sustentable. *In:* http://www.colpos.mx/proy/PMSL/Docs/Word/Etnoagricultura%20en%20Laderas.doc. Consultado el 8 de junio de 2016.

González, E. M.; Galván, R V., López, I. E., Reséndiz, R. R. y González, M. S. 2009. Agaves, magueyes, lechuguillas y noas del estado de Durango y sus alrededores. CONABIO, México.

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. México 194 p.

Martínez-Ramírez, S., Bautista-Sánchez, G., Pedro-Santos, E. C., y Guerrero-Cruz, P. D. 2014. Crecimiento y contenido de clorofila del maguey mezcalero (*Agave potatorum* Zucc.) en policultivo con maíz y frijol. Revista fitotecnia mexicana, 37(3): 297-304.

Miklas, P.N., Kelly, J.D., Beebe, S.E., Blair, M.W. 2006. Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical to MAS breeding. Euphytica, 147(1-2):105-131.

Nieto-Garibay, A., Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E., Larrinaga-Mayoral, J. A., y García-Hernández, J. L. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* l.) en zonas áridas. Interciencia, 27(8):417-421.

Rocha, M., Good-Avila, S. V., Molina-Freaner, F., Arita, H. T., Castillo, A., García-Mendoza, A., y Eguiarte, L. E. 2006. Pollination biology and adaptive radiation of Agavaceae, with special emphasis on the genus *Agave*. Aliso, 22(1):327-342.

Rosales, M. A., Ocampo, E., Rodríguez-Valentín, R., Olvera-Carrillo, Y., Acosta-Gallegos, J., y Covarrubias, A. A. 2012. Physiological analysis of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars uncovers characteristics related to terminal drought resistance. Plant physiology and biochemistry, 56:24-34.

Rosales-Serna, R., Ibarra-Pérez, F. J., y Cuéllar-Robles, E. I. 2012. Pinto Centauro, nueva variedad de frijol para el estado de Durango. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 3(7): 1467-1474.

Sánchez, V. I., Acosta, G. J. A., Ibarra, P. F. J., Rosales, S. R. y Cuellar, R. E. I. 2006. Pinto saltillo, nueva variedad de frijol para el Altiplano de México. CIRNE Campo Experimental Saltillo. Folleto técnico Núm. 22. Coahuila, México. 24 p.

Soria J, Bazan R, Pinchinat AM, Paez G, Mateo N, Moreno R. 1975. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba, 5(3):183-293.

Vázquez-Moreno, L. L., Porras-González, A. y Alfonso-Simonetti, J. 2015. Tipos funcionales de plantas productivas integradas en diseños de sistemas de cultivos complejos innovados por agricultores. Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología. La Plata, Argentina.

CRECIMIENTO Y POTENCIAL HÍDRICO DE *Pinus engelmannii* EN VIVERO EN FUNCIÓN DE TRES CONDICIONES AMBIENTALES Y TRES REGÍMENES DE RIEGO

Homero Sarmiento López[1]*, Rigoberto Caldera Galindo[2], José Ángel Sigala Rodríguez[1] Erickson Basave Villalobos[1] y Sergio Rosales Mata[1]

[1] INIFAP-Campo Experimental Valle de Guadiana. Carr. Durango-El Mezquital km 4.5 Durango, Dgo. México. C. P. 34170. [2] Universidad Autónoma Indígena de México Unidad Mochicahui. Juárez 39, Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. C.P. 81890.
* sarmiento.homero@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La Comisión Nacional Forestal en el estado de Durango, con la finalidad de abastecer las necesidades detectadas para programas de reforestación, con fines de conservación y restauración, firma convenios con asociaciones, sociedades e instituciones para producir cerca de 12 millones de plantas de especies de bosque de clima templado frío y las principales especies que se producen son: *Pinus cooperi, Pinus durangensis y Pinus engelmannii.* De esta última especie se produce la mayor cantidad de planta, ya que representa casi el 50% del total producido en el estado (Ferrel-Soto, 2014). Una de las prácticas que se aplica para producir planta con mecanismos acentuados para resistir condiciones de estrés, es el pre acondicionamiento por estrés hídrico (Villar-Salvador *et al*., 2000). Una herramienta adicional que se puede utilizar junto con el estrés hídrico es el manejo de las condiciones ambientales de producción, ya que las combinación de ambos ha influido en las características morfológicas y fisiológicos que se consideran como atributos de calidad (García-Pérez, 2014).

La práctica de pre acondicionamiento se realiza en las últimas semanas de cultivo en vivero, una vez que ya adquirieron el grado de crecimiento deseado y la inducción de estrés tiene como finalidad someter al cultivo a un determinado grado de sequía que detenga el crecimiento de las plantas y active sus mecanismos de resistencia a condiciones de estrés hídrico (Vilagrosa *et al.*, 2006). Las características morfológicas de una planta, son el conjunto de respuestas de esta a la aplicación de prácticas culturales durante su ciclo de producción y como el número posible de parámetros que pueden medirse es alto deben de seleccionarse aquellos que proporcionen mayor información y su medición sea sencilla (Birchler y Rose, 1998). Dentro de los principales atributos morfológicos y fisiológicos que se miden en una planta son: diámetro al cuello de la raíz, altura de la parte aérea, producción de biomasa (se pueden determinar con instrumentos como vernier y balanza) y potencial hídrico.

Existen diferentes métodos para cuantificar el potencial hídrico y sus componentes, sin embargo la cámara de presión es el instrumento más utilizado por la facilidad de su operación y por el hecho que una gran cantidad de datos puede ser obtenida en poco tiempo (Busso, 2008). La unidad estándar para expresar resultados de las mediciones es el Megapascal (MPa) (Landis *et al*., 1989). La finalidad de la investigación fue evaluar si la condición ambiental de producción y la inducción de estrés hídrico mediante diferente régimen de riego, durante la fase de pre acondicionamiento, afecta la respuesta en crecimiento de plantas de *Pinus engelmannii*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La planta se produjo dentro de un invernadero cubierto de plástico de polietileno calibre 720 color blanco lechoso. Este invernadero ubicado dentro del INIFAP-Durango. La siembra se realizó el 1 de julio de 2014, en charolas de poliestireno expandido de 77 cavidades con un volumen por cavidad de 162 mL. La mezcla utilizada fue compuesta por 50% de turba (peat moss), 35% de corteza de pino composteada y 15% de perlita expandida agregando fertilizante de liberación lenta Multicote® 8 (8 meses de liberación) de formulación 18-6-12 y microelementos. Durante la fase de establecimiento (los primeros tres meses) se aplicó un fertilizante hidrosoluble de inicio (Petters Starter® 9/45/15/ N P K). Finalizada la etapa de establecimiento, del total de planta producida, se seleccionaron tres lotes cada uno conformado por 12 charolas (924 plantas). Un lote se colocó bajo una malla sombra con un porcentaje de retención de luz del 50% (condición malla sombra), otro lote se colocó a sol directo (condición intemperie), mientras que otro lote se dejó en las mismas condiciones de producción (condición invernadero). A los 10 meses de edad de la planta los tres lotes se colocaron a la intemperie durante 65 días. Cada lote se dividió en tres bloques con diferentes niveles de riego. Cada bloque se conformó por cuatro charolas provenientes de cada condición.

Al inicio del experimento la planta fue regada a saturación en los tres bloques. Posteriormente se regó ajustando a su nivel de riego específicos de cada bloque. Durante el ensayo se fertilizó aplicando 19-19-19 a razón de 1 g L^{-1} de agua, además de riegos a saturación para recuperar el nivel normal de humedad después de que concluyó cada ciclo de sequía. Los volúmenes de agua descargados por riego, a cada tratamiento, fueron controlados por una regadera manual. Cuando se presentaron lluvias el lote fue cubierto con una estructura de varilla y sobre esta plástico para evitar la modificación del régimen hídrico. Se evaluaron nueve tratamientos, compuestos por tres condiciones ambientales de producción y tres niveles de riego durante la etapa de pre acondicionamiento los cuales se muestran a continuación:

Cuadro 1. Tratamientos resultantes en relación a diferentes condiciones ambientales de producción aplicando diferentes niveles de riego.

Tratamiento	Condición ambiental previa a la etapa de pre acondicionamiento	Riego días
T1:	Invernadero	3
T2:	Malla sombra	3
T3:	Intemperie	3
T4:	Invernadero	6
T5:	Malla sombra	6
T6:	Intemperie	6
T7:	Invernadero	12
T8:	Malla sombra	12
T9:	Intemperie	12

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo factorial 3x3 con tres niveles para el factor condición ambiental y tres para el factor riego. Como variables se evaluó el crecimiento de las plántulas durante el periodo de endurecimiento, y se determinaron tasas de crecimiento relativo (TCR), diámetro del cuello, de la biomasa de la parte aérea y del sistema radical. La primera evaluación se realizó el 27 de abril y la segunda el 26 de junio del 2015 al finalizar la etapa de pre acondicionamiento. Después de las determinaciones en fresco, las muestras, se introdujeron a una estufa de secado durante 72 h a 72°C para obtener pesos secos. Para determinar la tasa de crecimiento relativo se utilizó la fórmula: TCR= (*Ln* W2-*Ln*W1)/(T2-T1) donde, Ln es el logaritmo natural, W2 es el diámetro al final del endurecimiento, W1 es diámetro al inicio del endurecimiento, t es el tiempo de endurecimiento en meses. El tamaño por muestra fue de 12 plantas por tratamiento. Para tener representatividad de la información obtenida y determinar posible variación en el déficit hídrico, después de comenzar el calendario de riego cada doce días se realizó la medición del potencial hídrico hasta realizar cinco ciclos completos de riego (cuando coincidió el riego en los tres bloques). El potencial hídrico se determinó en horas de madrugada antes de salir el sol (6:00 am) utilizándose para ello la cámara de presión tipo Scholander (Modelo 1000 Pressure Chamber Instrument®), siguiendo el procedimiento descrito por Scholander *et al*. (1965) y Landis *et al*. (1989). Se tomaron cuatro plantas al azar por tratamiento para cada evaluación. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas. Donde existió diferencia estadísticamente significativa se realizó la prueba de rangos múltiples de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05 ($p<0.05$) utilizando el paquete estadístico XLSTAT (Versión de prueba para Excel 2010 ®).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas provenientes de la condición malla sombra e intemperie muestran los mayores diámetros. Plantas con diámetros más bajos pertenecen a la condición invernadero. El resto de las variables no presentaron diferencias (Cuadro 2). Lo anterior sugiere que es posible que una mayor duración del periodo de experimentación promoviera diferencias y manifestación de cambios en su morfología.

Cuadro 2. Valores promedio de las variables evaluadas en respuesta a tres condiciones ambientales aplicadas durante el pre acondicionamiento.

CONDICIÓN	DCR	ID	TCR.BSR	TCR.BSPA
Intemperie	4.485±0.164 a	0.500±0.183 a	0.091±0.049 a	0.241±0.047 a
Malla sombra	4.758±0.164 a	0.586±0.183 a	0.046±0.049 a	0.227±0.047 a
Invernadero	3.671±0.164 b	0.630±0.183 a	0.113±0.049 a	0.298±0.047 a

Dónde: DCR=Diámetro al cuello de la raíz, ID=Incremento en diámetro, TCR.BSR=Tasas de crecimiento relativo biomasa seca raíz, TCR.BSPA=Tasa de crecimiento relativo biomasa seca parte aérea. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (p<0.05).

La aplicación de riego fue un factor importante en la fase de pre acondicionamiento de las plantas, ya que afectó la variable biomasa seca de la parte aérea (BSPA) cuando se le aplicaron riegos cada tres días. Además con el grado de estrés sufrido por las plantas regadas cada seis días, la planta no muere pero si limita el crecimiento, y en el caso de riegos cada doce días la planta murió por el estrés hídrico severo por lo cual no aparece en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Valores promedio de las variables evaluadas en respuesta a dos niveles de riego al final del experimento.

RIEGO	DCR	ID	TRC.BSR	TRC.BSPA
3 días	4.253±0.134	0.692±0.149	0.120±0.040	0.336±0.039 a
6 días	4.357±0.134	0.452±0.149	0.046±0.040	0.175±0.039 b

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (p<0.05).

Al analizar el efecto combinado de la condición ambiental*riegos se encontraron diferencias significativas (P<0.05) sobre la variable D. FINAL y TRC.BSPA (Cuadro 4). Las variables restantes no demuestran un efecto significativo es decir no existió interacción. Se mostraron mayores resultados en diámetro, en el tratamiento malla sombra con riegos cada seis días y en la condición intemperie con riegos cada tres días. Para el resto de las variables no se presentaron diferencias significativas por lo que no se existe una tendencia clara de un tratamiento superior a otro, que nos permita predecir un mayor incremento de biomasa en la

planta. Así mismo para la variable TRC.BSPA presenta un efecto significativo, indicando los mayores incrementos en las interacciones intemperie e invernadero con riegos cada tres días. No se encontró un efecto significativo sobre las variables INC.D Y TRC.BSR. Es posible que con una mayor duración del periodo de experimentación se pudieran obtener diferencias.

Cuadro 4. Promedios de las variables evaluadas en *Pinus engelmannii,* en respuesta a la interacción entre condición ambiental y riego durante la fase de pre acondicionamiento.

INTERACCIÓN	DCR	ID	TRC.BSR	TRC.BSPA
Intemperie* 3 días	4.683±0.232 a	0.928±0.258	0.133±0.070	0.475±0.067 a
Invernadero*3 días	3.700±0.232 b	0.753±0.258	0.203±0.070	0.317±0.067 a
Malla sombra*3 días	4.375±0.232 ab	0.395±0.258	0.025±0.070	0.217±0.067 ab
Malla sombra *seis días	5.142±0.232 a	0.777±0.258	0.067±0.070	0.237±0.067 ab
Invernadero* seis días	3.642±0.232 b	0.507±0.258	0.022±0.070	0.280±0.067 ab
Intemperie* seis días	4.288±0.232 ab	0.073±0.258	0.050±0.070	0.007±0.067 b

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (p<0.05).

En los resultados del potencial hídrico en la primera evaluación no mostró diferencias significantes entre condiciones, sin embargo destacan potenciales hídricos negativos (cercanos a -1.0 Mpa) que se presentan al inicio en cada una de las condiciones ambientales de producción. Fue hasta la última evaluación donde se muestran diferencias estadísticamente significativas (p<0.05) volviendo a observar una disminución en potenciales hídricos, en cada una de las condiciones ambientales de producción. Cabe destacar que la última evaluación se realizó en acículas, por falta de material vegetal el cual se fue disminuyendo en las evaluaciones anteriores, además de las plantas muertas por el estrés inducido.

En la última evaluación se observaron potenciales hídricos de -0.74 MPa en las plantas con riegos aplicados cada tres días. En cambio para las plantas con riegos cada seis días se registraron potenciales hídricos más negativos (-1.18 MPa).

Los resultados permiten observar una interacción significativa entre condición de producción y riego, tanto en la primera y última evaluación (Cuadro 5). La condición intemperie, malla sombra e invernadero con riegos aplicados cada tres días e intemperie con riegos cada seis días presentan los potenciales hídricos más altos con un promedio de -0.32 MPa lo que indica plantas turgentes. Durante la última evaluación las plantas evaluadas en la mañana provenientes de la condición invernadero con riegos cada tres días presentaron mayor potencial

hídrico (-0.60 MPa), mientras que las plantas con menor potencial se registraron en las provenientes de la condición malla sombra con riegos cada seis días (-1.64 MPa). Las plantas menos estresadas pertenecen a las provenientes de las condiciones intemperie, malla sombra e invernadero con riegos cada tres días obteniendo un promedio de -1.05 MPa. Las condiciones intemperie y malla sombra aplicando riegos cada seis días presentaron un promedio de -1.77 MPa, como resultado obteniendo las plantas con un alto grado de estrés.

Cuadro 5. Valores promedio resultantes de la interacción condición ambiental y el régimen de riego aplicado, durante la fase de pre acondicionamiento.

COND*RIEGO	Eval. 1	Eval. 2	Eval. 3	Eval. 4	Eval. 5
Intemperie *3 días	-0.28±0.247 a	-0.11±0.042	-0.25±0.066	-0.09±0.027	-0.80±0.200 ab
Malla sombra* 3 días	-0.38±0.247 a	-0.18±0.042	-0.23±0.066	-0.10±0.027	-0.83±0.200 ab
Invernadero * 3 días	-0.25±0.247 a	-0.13±0.042	-0.18±0.066	-0.13±0.027	-0.60±0.200 a
Intemperie *6 días	-0.36±0.247 a	-0.13±0.042	-0.18±0.066	-0.06±0.027	-1.17±0.200 ab
Malla sombra *6 días	-0.90±0.247 ab	-0.19±0.042	-0.18±0.066	-0.15±0.027	-1.64±0.200 b
Invernadero * 6 días	-0.97±0.247 ab	-0.1.9±0.042	-0.17±0.066	-0.16±0.027	-0.75±0.200 ab
Intemperie *doce días	-1.72±0.247 b				
Malla sombra * doce días	-1.66±0.247 b				
Invernadero * doce días	-1.41±0.247 ab				

Letras diferentes en cada columna indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($p<0.05$).

CONCLUSIONES

La condición ambiental de producción en la fase de desarrollo influyó en el crecimiento de diámetro y biomasa de la parte aérea en plantas de *Pinus engelmannii*, durante la fase de pre acondicionamiento. La condición malla sombra en la etapa de desarrollo con riegos cada seis días en pre acondicionamiento, así como la condición intemperie con riegos cada tres días produjeron los mejores diámetros. La condición intemperie con riegos cada tres días e invernadero con riegos cada tres días favorecieron el crecimiento de la biomasa parte aérea.

BIBLIOGRAFÍA

Birchler, T., Rose, R., Royo, A., y Pardos, M. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales, 7(1y2): 109-121.

Busso, C. A. 2008. Uso de la cámara de presión y los psicrómetros a termocupla en la determinación de las relaciones hídricas en tejidos vegetales. Phyton, 77:327-350.

Ferrel-Soto, J. I. (2014). Sistemas de producción de planta en los viveros forestales del estado de Durango. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Indígena de México. Ingeniería en desarrollo sustentable. Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. p. 55.

Garcia-Pérez, J. L. (2014). Efecto de la condición ambiental y la fertilización en el preacondicionamiento de *Pinus engelmannii* Carr. en vivero y su desempeño en campo. Tesis maestría. Colegio de posgraduados, Campus Montecillo, posgrado en ciencias forestales. Montecillo, Texcoco, Estado de México. p 64 .

Landis, R. D., Tinus, R. W., McDonald, S. E. y Barnett, J. P. 1989. Seedling nutrition and irrigation. Vol. 4. The container tree nursery manual. USDA, Forest Service. Agric. Handbook. p. 674.

Vilagrosa, A., Villar-Salvador, P. y Puértolas, J. 2006. El endurecimiento en vivero de especies forestales mediterráneas.. *In*: Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España. pp. 119-136.

Villar-Salvador, P., Ocaña-Bueno, L. y Peñuelas-Rubira, J. L. 1997. Efecto de diferentes niveles de endurecimiento por estrés hídrico en el contenido de nutrientes y la resistencia a la desecación de plántulas de *Pinus halepensis* Mill. Actas del II Congreso Forestal Español. pp.673-678.

Scholander, P. F., Hammel, H. T., Bradstreet, E. D. y, Hem

mingsen, E. A. 1965. Sap pressure in vascular plants negative hydrostatic pressure can be measured in plants. Science, 148:339-346.

APTITUD COMBINATORIA Y RENDIMIENTO DE GRANO DE LÍNEAS Y CRUZAS DE MAÍZ

Oralia Antuna Grijalva[1], Armando Espinoza Banda[1], Genny Llaven Valencia[2], Axel de Jesús García Luna[1], José Luis Coyac Rodríguez[1], y Aidé Hernández Hernández[1]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Apartado Postal 940, C.P. 27054, Torreón, Coah., Tel: 01 (871) 7 29 76 75. [2]Campo Experimental Valle del Fuerte INIFAP, Carretera Internacional México-Nogales Km 1609, Col. Juan José Ríos, C.P. 81110, Guasave, Sin., Tel: 01 (687) 8960320.
**Autor para correspondencia: oantuna_77@hotmail.com*

INTRODUCCIÓN

El mayor logro de cualquier programa genético con énfasis en el desarrollo de líneas endocriadas para la formación de híbridos, dependerá de la elección del germoplasma base a considerarse dentro del programa de mejoramientos (De León *et al.,* 2005).

En el mejoramiento de híbridos se recomienda conocer el comportamiento genético de las características de importancia económica de cada población, para elegir la estrategia de selección que permita obtener híbridos con mayores ventajas agronómicas (Vergara *et al.,* 2005). Al estimar los efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG) y Aptitud Combinatoria Específica (ACE), nos permiten conocer los tipos de acción génica que controlan a los diferentes caracteres (Hallauer y Miranda, 1988).

Los objetivos del presente trabajo fueron: a) evaluar y seleccionar líneas y cruzas de maíz con buen comportamiento en rendimiento y caracteres agronómicos; b) estimar los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE) de los materiales en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se formaron las cruzas durante el ciclo primavera de 2014, se usaron como progenitores nueve líneas de maíz (Cuadro 1).

Cuadro 1 Descripción del material genético utilizado en el estudio. Torreón, Coah. (2014)

Línea	Genealogía	Origen
1	A-30-01	UAAAN-UL
2	A-57-02	UAAAN-UL
3	A-18-05	UAAAN-UL
4	A-39-07	UAAAN-UL
23	AN77	UAAAN-UL
25	CML508	*CIMMYT
26	CML509	CIMMYT
27	AN82	UAAAN-UL
28	AN78	UAAAN-UL

El sistema de cruzamiento utilizado fue el diseño de Carolina del Norte II (Comstock y Robinson,1948) donde se aparean **n** líneas machos con **m** número de hembras (Cuadro 2).

Cuadro 2. Sistema de apareamiento entre las líneas de maíz.

♂♀	23	25	26	27	28
1	1x23	1x25	1x26	1x27	1x28
2	2x23	2x25	2x26	2x27	2x28
3	3x23	3x25	3x26	3x27	3x28
4	4x23	4x25	4x26	4x27	4x28

La evaluación de los materiales se llevó a cabo en el ciclo de primavera de 2015, bajo un diseño de bloques al azar con dos repeticiones y veinte cruzas por bloque, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna localizado en la región agrícola de la Comarca Lagunera (25°33'25" LN, 103°22'16" LO, 1124 msnm). Se registraron datos de floración masculina (FM) y femenina(FF), altura de planta (AP) y mazorca (AM), aspecto de mazorca (AsMz), diámetro (DMz), longitud (LMz) y Número de hileras por mazorca (HMz), granos por hilera (GH) y rendimiento de grano (Rend). Se estimaron los efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE). Se usó el método II del modelo del dieño dialélico de Griffing (1956).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los machos 1 y 2 fueron estadísticamente más tardíos respecto al 3 y 4 con tres días de diferencia respecto al más precoz (4). Para Altura de planta (AP) los Machos 2 y 3 fueron estadísticamente los de mayor altura y, los machos 2, 3 y 4 para Altura de Mazorca (AM). En contraste, el macho 1 fue en promedio 13.7 y 11.3 cm de menor altura para planta (AP) y mazorca (AM). Respecto a las dimensiones de la mazorca, los machos 3 y 2 mostraron el mayor diámetro (DMz), en tanto que para longitud (LMz) no se observan diferencias; para el número de hileras por mazorca (HMz) el Macho 1 muestra el mayor número (15.36) estadísticamente igual a los machos 2 y 4. En rendimiento de grano (Rend), el Macho 2 con 8,318 kg ha^{-1}, presentó el mayor rendimiento, estadísticamente igual a los machos 1 y 4 (Cuadro 3).

Cuadro 3 Valores medios de diez variables cuantificadas en cuatro líneas utilizadas como Machos (Mac) en un Diseño-II de Carolina del Norte.

Mac	FM (d)	Mac	FF (d)	Mac	AP (cm)	Mac	AM (cm)	Mac	AsMz
2	87.4a†	1	90.2a	3	227.4a	2	125.5a	3	2.15 a
1	87.3a	2	89.8ab	2	222.7ab	4	122.3a	4	2.15 a
4	85.5b	4	88.5bc	4	219.2bc	3	122.1a	1	2.10 a
3	84.0c	3	87.3c	1	213.7c	1	114.2b	2	1.95 a
Mac	DMz (cm)	Mac	LMz (cm)	Mac	HMz	Mac	GH	Mac	Rend (kg ha^{-1})
3	5.08a	1	17.50a	1	15.36a	3	37.68a	2	8318a
2	4.91ab	4	17.40a	2	14.64ab	2	37.15a	1	7531ab
1	4.84b	3	17.17a	4	14.40ab	4	36.45a	4	7022ab
4	4.80c	2	16.89a	3	13.96b	1	36.14a	3	6744b

† Machos con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad FM=floración masculina, FF=floración femenina, AP=altura de planta, AsMz = aspecto de mazorca, DMz=diámetro de mazorca, LMz=longitud de mazorca, HMz=número de hileras por mazorca, GH=granos por hilera, Rend=rendimiento

Las hembras 27 y 28 fueron estadísticamente ($p<0.05$) tres días más tardíos respecto a las hembras 23, 26 y 25. Respecto a altura de planta (AP) más sobresaliente fue el 27 seguida de la hembra 23 y, en AM estadísticamente fueron iguales ($p<0.05$) a las líneas 28 y 25. Respecto a las características de mazorca, las líneas presentaron un buen aspecto de mazorca (AsMz), igual diámetro (DMz) y longitud de mazorca (LMz) y, diferentes para número de hileras (HMz) y granos por hilera (GH). En rendimiento de grano (Rend) la hembra 28, presento el mayor rendimiento estadísticamente igual ($p<0.05$) a las líneas hembras 25, 26 y 27 (Cuadro 4).

Cuadro 4 Valores medios de diez variables cuantificadas en cinco líneas utilizadas como hembras (Hem) en un Diseño-II de Carolina del Norte.

Hem	FM (d)	Hem	FF (d)	Hem	AP (cm)	Hem	AM (cm)	Hem	AsMz
28	88.1a	28	91.1a	27	231.07a	27	127.42a	23	2.25a
27	87.9a	27	90.9a	23	222.12ba	23	127.15a	27	2.12a
23	85.0b	23	87.9b	25	220.67bc	28	120.42a	26	2.06a
26	84.9b	26	87.8b	28	217.07bc	25	118.87a	25	2.06a
25	84.4b	25	87.1b	26	212.82c	26	111.35b	28	1.93a
Hem	DMz (cm)	Hem	LMz (cm)	Hem	HMz	Hem	GH	Hem	Rend (kg ha^{-1})
23	4.96a	28	17.65a	27	15.3a	28	39.87a	28	8493.0a
25	4.92a	25	17.50a	28	14.9ba	26	37.05ba	25	7373.1ba
27	4.89a	26	17.44a	23	14.7ba	25	36.26ba	27	7316.3ba
26	4.88a	27	17.35a	26	14.4ba	27	35.63b	23	7157.1ba
28	4.87a	23	16.26a	25	13.8b	23	35.45b	26	6679.6b

† Hembras con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad FM=floración masculina, FF=floración femenina, AP=altura de planta, AsMz = aspecto de mazorca, DMz=diámetro de mazorca, LMz=longitud de mazorca, HMz=número de hileras por mazorca, GH=granos por hilera y Rend=rendimiento.

En el Cuadro 5 se presentan los valores medios de cruzas , donde en el análisis muestras que la cruza 2x28 obtuvo un rendimiento Rend (10278 kg), un factor principal que promovió un buen rendimiento fue el tiempo en que se llevó a cabo la floración ,donde se muestra que fue el mismo día la (FM) y (FF)dando como origen una excelente polinización , también se determinó, que con la alta cantidad de numero de hileras por mazorca (HMz)y de granos por hilera(GH) se produjo un alto rendimiento, acompañado de un excelente aspecto de la mazorca(AsMz).

Cuadro 5. Valores medios de 20 cruzas simples en diez variables generadas a partir del Diseño II de Carolina del Norte.

Cruza	FM (d)	FF (d)	AP (cm)	AM (cm)	AsMz	DMz (cm)	LMz (cm)	HMz	GH	Rend (kg ha^{-1})
2x28	90	90	229	130	1.8	4.9	17.4	16	41	10278
2x26	89	92	220	123	2.0	5.0	17.9	15	40	8823
1x28	88	91	202	111	2.0	4.8	17.0	15	38	8777
1x27	90	92	222	118	2.3	5.0	17.4	17	35	8595
3x25	80	84	224	116	2.0	5.0	17.7	13	35	8050
4x28	87	91	214	119	2.0	4.6	18.4	14	40	8027
2x27	87	90	234	132	1.8	4.7	15.6	14	33	7845
1x23	86	89	223	125	2.0	4.8	17.9	15	36	7663
3x23	83	87	228	129	2.5	5.2	14.9	14	37	7413
4x25	85	87	219	121	2.0	4.8	18.4	14	38	7345
2x23	85	87	212	122	2.0	5.0	17.5	15	38	7322
2x25	86	88	219	122	2.3	5.0	16.2	13	35	7322
4x27	85	89	227	124	2.3	4.9	18.0	15	37	7231
3x28	87	91	223	123	2.0	5.1	17.9	15	41	6890
1x25	88	90	221	117	2.0	5.0	17.8	15	36	6776
4x26	85	87	209	115	2.0	4.8	17.5	14	36	6276
4x23	87	89	226	133	2.5	4.8	14.8	14	31	6231
1x26	86	90	200	100	2.3	4.7	17.5	15	35	5844
3x26	81	83	222	107	2.0	5.1	17.0	13	37	5776
3x27	90	93	241	135	2.3	5.0	18.5	15	38	5594
Media	86	89	221	121	2	5	17	15	37	7404

FM=floración masculina, FF=floración femenina, AP=altura de planta, AsMz = aspecto de mazorca, DMz=diámetro de mazorca, LMz=longitud de mazorca, HMz=número de hileras por mazorca, GH=granos por hilera y Rend=rendimiento.

Los valores de ACG de las líneas que participaron como macho con su respectiva significancia para las variables en estudio. En el Macho1 se observan tres valores significativos, uno positivo

para FM y dos negativos para AP y AM respectivamente. En el Macho 3 se observaron cuatro valores significativos, dos negativos para FM y FF, y dos positivos para AP y DMz respectivamente. El Macho 2 presento solamente un valor significativo para FM y, en el Macho4 no se observó ningún valor significativo. De acuerdo a lo observado, el Macho 3 es el que puede tener mayor contribución a su descendencia, aportando mayor precocidad, AP y DMz.

Así mismo, se presentan los valores de (ACG) con su respectiva significancia de las líneas que participaron como hembras para las variables evaluadas. En la hembra 23 se encuentran tres valores significativos, dos negativos para FM, FF y uno significativo positivo para AM. En la hembra 25 se presentan tres valores significativos donde FM, FF y HMz resultaron negativos. En la hembra 26 se detectaron cuatro valores significativos y negativos para FM, FF, AP y AM. La hembra 27, presenta cinco variables con valores significativos-positivos, para FM FF, AP, AM y HMz. En la hembra 28, se observan cinco variables con valores significativos-positivos para FM, FF, HMz, GH y Rend. De acuerdo a los resultados, se puede esperar que la hembra 27 genere cruzas donde y contribuya a su descendencia con mayor días a floración (FM, FF) es decir plantas más tardías, con mayor AP y AM, e incremento en HMz; la hembra 28, contribuirá en un incremento en los días a floración (FM y FF) pero además puede generar un incremento en componentes de rendimiento como HMz y GH, además de Rend (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de cuatro progenitores macho y cinco hembras.

Mac	FM	FF	AP	AM	AsMz	DMz	LMz	HMz	GH	Rend
1	1.25*	1.25	-7.05*	-6.82*	0.013	-0.07	0.26	0.77	-0.72	46.7
2	1.35*	0.85	1.95	4.48	-0.138	0.00	-0.35	0.05	0.29	833.4
3	-2.05*	-1.65*	6.65*	1.08	0.063	0.17*	-0.07	-0.63	0.82	-417.2
4	-0.55	-0.45	-1.55	1.28	0.063	-0.11	0.16	-0.19	-0.41	-462.7
DMS	0.98	1.31	6.1	5.98	0.3	0.14	1.25	0.83	2.45	1071.4
Hem	FM	FF	AP	AM	AsMz	DMz	LMz	HMz	GH	Rend
23	-1.046*	-1.076*	1.37	6.108*	0.166	0.056	-0.98	0.11	-1.4	-327.39
25	-1.676*	-1.826*	-0.08	-2.17	-0.024	0.016	0.26	-0.84*	-0.59	-111.37
26	-1.176*	-1.196*	-7.93*	-9.69*	-0.024	-0.024	0.2	-0.24	0.198	-804.91
27	1.824*	1.924*	10.32*	6.378*	0.036	-0.014	0.11	0.66*	-1.22	-168.22*
28	2.074*	2.174*	-3.68	-0.62	-0.154	-0.034	0.41	0.31*	3.018*	1412.14*
DMS	0.89	0.69	5.47	5.36	2.7	0.12	1.11	0.26	2.18	958.26

FM=floración masculina, FF=floración femenina, AP=altura de planta, AsMz = aspecto de mazorca, DMz=diámetro de mazorca, LMz=longitud de mazorca, HMz=número de hileras por mazorca, GH=granos por hilera y Rend=rendimiento.

Se detectaron seis cruzas con valores significativos y positivos para el carácter de REND (Cuadro 7), en orden de importancia las cruzas 3x25, 2x26, 1x27, 3x23, 2x28 y 3x28. La cruza

3x25, la cual presenta el mayor valor significativo de ACE para REND proviene de dos progenitores con valores negativos y no significativos para este carácter. En contraste, en la cruza 2x26, ocho de los diez valores son significativos y positivos, inclusive REND, donde los padres tienen valores de ACG de la misma magnitud aunque de signo contrario y no significativos, las variables agronómicas contribuyen a que la cruza sea más tardía y de mayor altura y, donde el REND, quizá se deba a la contribución de DMz, LMz y GH. En la cruza 1x27 se aprecian valores positivos y significativos para DMz y HM y con una probable contribución para REND. Resultados similares obtuvieron Guillen *et al*. (2009) al cruzar genotipos con ACG con efectos bajos o negativos con altos rendimiento. En similar circunstancia se presentó en la cruza 2x28, con un efecto de ACE positivo significativo y que exhibe el mayor rendimiento de grano, proviene de un padre con efectos de ACG no significativo y otro con efectos positivos. En contraste la cruza 3x23 con efectos negativos no significativos de ACG, presento un efecto de ACE significativo pero con bajo rendimiento.

Cuadro 7. Efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de 20 cruzas de maíz

Cruza	FM	FF	AP	AM	AsMz	DMz	LMz	HMz	GH	Rend
1x23	-0.229	0.026	7.925*	4.572*	-0.266*	-0.1065*	1.3295*	-0.27	1.312*	297.92
1x25	1.901*	1.776*	7.675*	4.952*	-0.076	0.0935*	0.0395	0.28	0.902	-804.88*
1x26	-0.599*	0.646*	-5.375*	-4.328*	0.174*	-0.1465*	-0.2505	0.28	-1.238*	-1043.63*
1x27	0.401	0.026	-2.125	-2.398	0.114	0.1535*	-0.2105	0.58*	0.132	1071.02*
1x28	-1.349*	-1.724*	-8.025*	-2.998*	0.054	0.0135	-0.9105*	-0.87*	-1.108*	76.28
2x23	-1.829*	-1.574*	-12.375*	-9.928*	-0.116	0.0535	1.5895*	0.65*	1.852*	-830.08*
2x25	0.301	0.176	-4.025*	-1.548	0.324*	0.0235	-1.0005*	-0.4*	-1.358*	-1046.33*
2x26	2.801*	3.046*	5.325*	6.772*	0.074	0.0735*	0.7695*	0.2	2.352*	1148.17*
2x27	-2.199*	-2.074*	0.875	0.202	-0.236*	-0.1965*	-1.4005*	-1.3	-3.378*	-466.33
2x28	0.551*	-1.824*	10.275*	4.602*	-0.046	0.0435	0.0495	0.85*	0.532	790.06*
3x23	0.071	0.426	-1.275	0.572	0.184*	0.0635*	-1.2905*	-0.27	0.572	834.82*
3x25	-2.799*	-1.824*	-3.825*	-3.748*	-0.126	-0.1265*	0.2195	-0.32	-1.988*	1255.52*
3x26	-2.299*	-2.954*	2.225	-5.028*	-0.126	0.0635*	-0.3705	-0.52*	-0.728	-324.88
3x27	4.201*	3.926*	3.675*	6.902*	0.064	-0.0565	1.1695*	0.58*	1.742*	-1143.48*
3x28	0.951*	1.176*	-0.825	1.402	0.004	0.0535	0.2695	0.53*	0.402	590.41*
4x23	2.071*	1.726*	5.725*	4.772*	0.184*	-0.0165	-1.6205*	-0.11	-3.748*	-625.58*
4x25	0.701*	0.476	0.175	0.352	-0.126	0.0135	0.7395*	0.44*	2.442*	272.62
4x26	0.201	-0.154	-2.175	2.572	-0.126	0.0135	-0.1505	0.04	-0.398	-102.58
4x27	-2.299*	-1.274*	-2.425	-4.698*	0.064	0.1135*	0.4395	0.14	1.522*	215.72
4x28	-0.549*	-0.024	-1.425	-2.998*	0.004	-0.1265*	0.5895*	-0.51*	0.182	-165.10
DMS	0.44	0.59	2.73	2.67	0.14	0.06	0.57	0.36	1.09	479.14

FM=floración masculina, FF=floración femenina, AP=altura de planta, AsMz = aspecto de mazorca, DMz=diámetro de mazorca, LMz=longitud de mazorca, HMz=número de hileras por mazorca, GH=granos por hilera y Rend=rendimiento.

CONCLUSIONES

- Machos y Hembras en siete de las diez variables incluyendo Rendimiento, supone una mayor relevancia en los efectos aditivos.
- La hembra 28 presentó el valor significativo más alto de ACG para Rend y en FM, FF, HMz, y GH.
- En los machos no se observaron valores significativos de ACG para Rend.
- En ACE, las cruzas con efectos positivos y significativos por orden de importancia fueron: 3x25, 2x26, 1x27, 3x23, 2x28 y 3x28 para el carácter Rendimiento de grano.
- La cruza 2x28 fue la de mayor rendimiento de Grano (10 278 Kg ha^{-1}), seguida de las cruzas 2x6, 1x27 y 3x25.

BIBLIOGRAFIA

Comstock R E, H F Robinson (1948) The components of genetic variance in populations of biparental and their use in estimating the average degree of dominance. Biometrics 4:254-266.

De León, C H; F Rincón S; Reyes, V H Samano, G D Martínez, Z G Cavazos, C R; J Figueroa C. 2005. Potencial de Rendimiento y Estabilidad de Combinaciones Germoplásmicas Formadas entre Grupos de Maíz. Revista Fitotecnia Mexicana 28(2):135-143.

Griffing, B.1956. Concept of General and Specific Combining Ability in Relation to Diallel Crossing System. Australia J.Biol.Sci.g:463-93.

Guillen-De la Cruz, P., E. de la Cruz-Lázaro, G. Castañón-Nájera, R. Osorio-Osorio, N. P. Brito-Manzano, A. Lozano-del Río y U. López-Noverola (2009). Aptitud Combinatoria General y Específica de Germoplasma Tropical de Maíz. Tropical and Subtropical Agroecosystems 10: 101-107.

Hallauer, RA; F Miranda, O. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. The Lowa State University Press Ames, Iowa, USA. 468 p

Vergara, A.N; Rodríguez, H.S; Córdova, O.H.S. 2005. Aptitud Combinatoria General y Específica de Líneas de Maíz (*Zea* mays) tropical y subtropical. Agronomía Mesoamericana 16(2):137-143

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL SUELO EN EL RENDIMIENTO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) CULTIVADA EN DURANGO

Saúl Santana Espinoza1[*], Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1], Rigoberto Rosales Serna[1], Rafael Jiménez Ocampo[1] y Hilario Flores Gallardo[1]

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango- El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170. *santana.saul@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En Durango, la falta de planeación en la producción animal ha propiciado la falta constante de forraje durante la época seca del año debido a la sobreexplotación del pastizal, degradación del ambiente, erosión del suelo y pérdida de la diversidad de especies (Arrieta y Cortés, 2009; Cisneros *et al*., 2009; Medina *et al*., 2009). Lo anterior, ha propiciado también la degradación de los ecosistemas de matorral micrófilo y bosque templado para abrir nuevas áreas de pastoreo, con el fin de abastecer la demanda de alimento generada por el número creciente de animales domésticos. En 2014, se tuvo en Durango una población de ganado bovino cercana a un millón 275 mil cabezas (SIAP, 2015).

La disponibilidad de agua de lluvia y riego es limitada en Durango, por lo que se requiere una planeación adecuada para el incremento de la productividad de este recurso y reducir la competencia establecida entre las necesidades humanas y la producción de forrajes. Las principales necesidades humanas son el uso del agua en el hogar, producción de alimentos básicos, industria y generación de energía. Actualmente, la producción agropecuaria utiliza 76.7 % del agua concesionada en México (CONAGUA, 2011), lo cual establece la necesidad de reducir el consumo de este recurso, para disminuir la competencia entre las diferentes actividades económicas. Existen diferencias entre especies vegetales para la productividad del agua en la producción de la biomasa que será utilizada posteriormente como forraje para la alimentación animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un lote sembrado el 3 de octubre de 2015, en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Dichas instalaciones se ubican en el kilómetro 4.5 de la carretera Durango-El Mezquital, a los 23° 59’ 21” N, 104° 37’ 33” O y una altitud de 1,877 m. El suelo predominante en el sitio es de tipo franco (arenoso y arcilloso), el cual tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 %, pH de 6.5 y es pobre en el contenido de materia orgánica, fósforo y nitrógeno. El clima de la región es templado-semiárido, con régimen de lluvias en verano, muestra variación

fuerte de temperatura [BS_1 Kw (w) (e)] y la media anual para esa variable es 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).

Se manejó un diseño completamente aleatorio (franjas apareadas) y seis repeticiones. Se aplicaron tres tratamientos de humedad, que fueron 100 %, 80 % y 60 % de humedad aprovechable. Las variedades sembradas de alfalfa fueron Excelente, Júpiter y la mezcla (50:50) de ambas variedades.

La parcela experimental consistió de una melga de 10 m de ancho y 35 m de longitud.

La siembra se realizó en seco, el día 01 de octubre de 2015, con la sembradora Aitchinson grassfarmer 1414C®**,** la cual establece hileras de plantas con 15 cm de separación. Después, se aplicó el riego de siembra el día 03 de octubre y un sobre-riego el día 08 de octubre de 2015, para asegurar la emergencia de las plántulas. Se fertilizó el 29 de octubre de 2015 con la dosis 120-00-00 para nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O). El control de la maleza se realizó mediante una aplicación de herbicida 2-4D, amina (Full-mina®) en gramíneas e Imazetapir (Pivot®**).** El control químico se complementó con un deshierbe manual realizado con la ayuda de azadón después del primer corte (08 de enero de 2016).

El riego se aplicó de manera diferenciada conforme a los requerimientos de los tratamientos evaluados. Los riegos se aplicaron con base en el contenido de humedad del suelo y los requerimientos de humedad del cultivo incluidas en el estudio, con la finalidad de evitar el estrés hídrico en las plantas. El contenido de agua en el suelo se determinó semanalmente con la ayuda del sensor conocido como TDR HydroSense II (Time Domain Reflectometer, Campbell Scientific, Logan UT, USA) y el riego se aplicó en el momento que se registró el porcentaje de abatimiento fijado desde el inicio del experimento (50 % de la humedad aprovechable en todos los tratamientos).

Para el cálculo de la lámina de riego (Lr) se utilizó el contenido de humedad del suelo (Pw) antes y después de la aplicación de agua en cada tratamiento. La estimación de la lámina consumida, lámina de reposición o lámina neta (dc = dn) se realizó con la estimación inicial basada en la ecuación dc = dn = ((Wc-Wa)/100)*PEA* D); donde: Wc= capacidad de campo (%), Wa= contenido de humedad antes del riego, PEA = peso específico aparente (g/cm^3) y D= profundidad efectiva de raíces (m) (Morábito *et al*., 2008). Además, se consideró la lluvia acumulada durante el ciclo para el cálculo de la lámina de riego total aplicada (Lr_a) en cada una

de las especies forrajeras. 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 el sitio de estudio (INIFAP, 2016).

Se realizaron muestreos de forraje a los 65, 101, 128, 157, 194 y 228 días después de la siembra.

Para la realización de cada muestreo, en la melga de cada especie, variedad y tratamiento se tomaron seis muestras equidistantes (muestreo sistemático), con un cuadrante de 25 cm x 25 cm (625 cm^2), para la determinación del rendimiento de forraje verde y seco en toneladas por hectárea (t ha^{-1}). En cada muestreo se cortaron con hoz los tallos a una altura de 5 cm, sobre la superficie del suelo. Las muestras se colocaron en bolsas de papel previamente rotuladas con la identificación de cada fecha de muestreo, especie, tratamiento y repetición.

Después del muestreo, las melgas de alfalfa se segaron mecánicamente, con la finalidad de determinar la capacidad de rebrote. Los cortes realizados durante el periodo de desarrollo del experimento (Octubre de 2015-Mayo de 2016) se realizaron con la cortadora-acondicionadora John Deere 530®. Las muestras de forraje obtenidas en campo se pesaron inmediatamente después del corte en una báscula electrónica (Torrey®), con precisión de 0.01 g, para registrar el peso verde. Luego se colocaron las muestras en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C durante 48 h y se pesaron nuevamente para obtener el peso seco. Los resultados obtenidos para el peso verde y seco se utilizaron para la estimación del rendimiento de forraje verde y seco en toneladas por hectárea (t ha^{-1}). Además, se hicieron los cálculos necesarios para la determinación del rendimiento de forraje por cada volumen de agua consumido (productividad del agua).

Se obtuvieron los registros de temperatura máxima, temperatura mínima, lluvia acumulada y se determinaron los grados día (°D) acumulados para cada especie y fecha de corte. Los registros de temperatura y lluvia se obtuvieron de la caseta agro-meteorológica del INIFAP, la cual se encuentra instalada cerca del sitio experimental (INIFAP, 2016). Las determinaciones de los grados día se realizaron con base en el método que incluye las siguientes condicionantes: $^{\circ}D = T_a - T_{c\text{-}min}$, $T_a < T_{c\text{-}max}$; $^{\circ}D = T_{c\text{-}max} - T_{c\text{-}min}$, $T_a \geq T_{c\text{-}max}$; $^{\circ}D = 0$ y $T_a \leq T_{c\text{-}min}$. En donde T_a es la temperatura ambiental media diaria, $T_{c\text{-}max}$ y $T_{c\text{-}min}$ son las temperaturas máximas y mínimas del aire, las cuales representan los umbrales para el crecimiento y desarrollo de la planta. Los umbrales térmicos variaron según la especie y se situaron entre 5 y 7 ºC para la temperatura base (Tb) en trigo (Benacchio, 1982), avena (Ruiz *et al*., 2013) y alfalfa (Hakl *et al*.,

2010), mientras que en pastos se utilizaron valores entre 7 y 11 ºC (Müller *et al*., 2009). Con base en los datos anteriores se utilizó un valor para Tb de 5 ºC y el valor máximo de temperatura se ubicó en 30 ºC.

Análisis estadísticos. El análisis de varianza para cada especie se realizó en un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial (tres variedades x tres tratamientos) y seis repeticiones. La comparación de medias se obtuvo con base en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró acumulación reducida de lluvia (91.8 mm) durante el periodo de cultivo que fue desde el 3 de octubre de 2015 y hasta el 31 de mayo de 2016, por ello se consideró como un ciclo otoño-invierno seco (Figura 1), lo cual es común en Durango, En el mes de enero de 2016 se registraron temperaturas bajas, inferiores a la temperatura base del trigo (0 ºC) (Salazar *et al*., 2013), cuyos umbrales térmicos se sitúan entre 5 y 30 ºC, con una temperatura óptima de 15 a 20 ºC (Benacchio, 1982). Las otras especies mostraron también afectaciones, debido a que la temperatura base se ubica por arriba de 0 ºC, como es el caso de alfalfa (Tb= 5 ºC

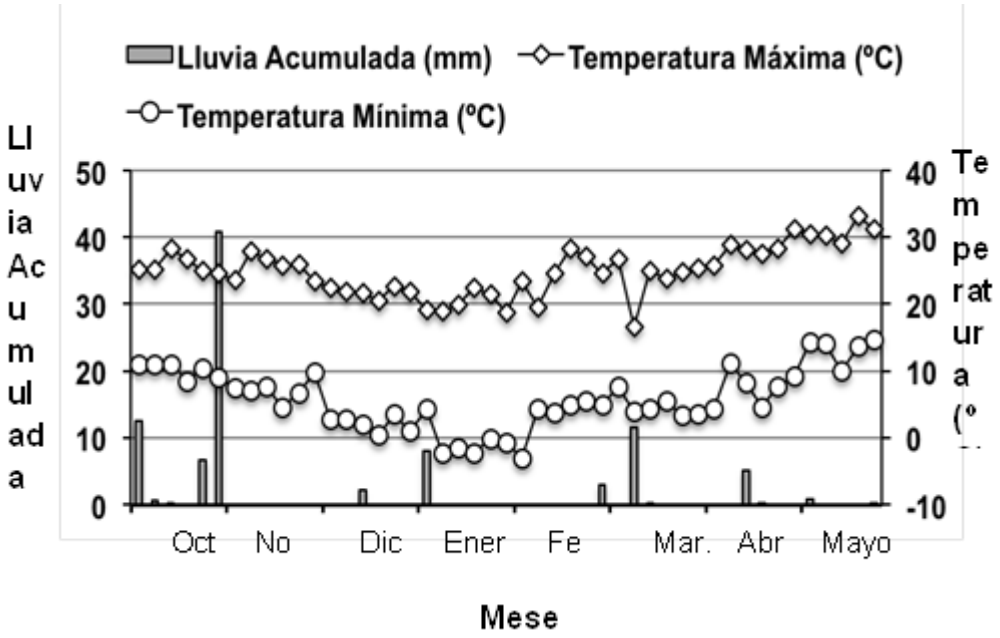


Figura 1. Registros de lluvia acumulada y valores medios de temperatura máxima y mínima en periodos de cinco días, durante el cultivo. Durango, Dgo. 2015-2016.

En los casos de alfalfa, las variedades recibieron láminas de riego acumuladas mayores debido a que fueron utilizadas como forraje de corte, obteniéndose seis cortes en total hasta el 31 de mayo de 2016. Por lo anterior, se acumularon láminas entre 535.7 y 785.1 mm, luego de ocho riegos aplicados entre la etapa de crecimiento inicial (2) y después de cada corte (6). También,

se observó variación en la lámina de riego acumulada debido a la diferencia en pendiente del terreno, lo que ocasionó diferencias entre especies para la lámina total acumulada (Lr_a). Las variaciones fueron detectadas con el determinador de humedad (TDR, Time Domain Reflectometer), el cual se utilizó en las determinaciones realizadas semanalmente.

Tabla 1. Láminas de riego aplicadas en especies forrajeras cultivadas en Durango. 2015-2016.

		Lámina de Riego (mm)						
Especie	**Tratamiento[1]**	[2]31	51	72	107	135	170	205
Alfalfa	60 %	34.7	85.1	44.6	84.6	60.3	53.6	49.1
Alfalfa	80 %	54.0	79.7	44.1	66.6	46.4	58.5	79.7
Alfalfa	100 %	24.3	119.7	58.5	64.4	66.6	94.5	100.4

[1]Calculado con base en la humedad aprovechable en el suelo, [2]Días después de la siembra, [3]PPacum. = lluvia acumulada.

Tabla 1. Láminas de riego aplicadas en especies forrajeras cultivadas en Durango. 2015-2016. (Continuación).

		Lámina de Riego (mm)		
Especie	**Tratamiento[1]**	[2]226	[3]PPacum.	Total
Alfalfa	60 %	32.0	91.8	535.7
Alfalfa	80 %	76.1	91.8	596.8
Alfalfa	100 %	48.8	91.8	669.0

[1]Calculado con base en la humedad aprovechable en el suelo, [2]Días después de la siembra, [3]PPacum. = lluvia acumulada.

En alfalfa, se observaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para el rendimiento de FRV entre variedades, en el segundo, cuarto y sexto muestreo (Tabla 5A, Apéndice). En el primer muestreo se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre variedades y la interacción (Variedad x Condición) presentó significancia en FRV y FRS, para el primer muestreo y para FRV en el tercer muestreo. Lo anterior, se relacionó con la modificación de la respuesta y posición relativa de al menos una de las variedades a través de los tratamientos de humedad evaluados. En el primer muestreo sobresalió la variedad Excelente en el tratamiento de 60 % de humedad aprovechable, con un rendimiento de FRV de 9.5 t ha^{-1}; mientras que en 80 % presentó rendimiento alto (7.4 t ha^{-1}), aunque en ese caso fue estadísticamente igual al registrado con la mezcla de variedades (50 % Excelente : 50 % Júpiter), con 6.6 t ha^{-1} y la variedad Júpiter (5.7 t ha^{-1}). La mezcla de las variedades mostró el rendimiento más alto en el tratamiento de 100 % de humedad (8.3 t ha^{-1}), en comparación con las variedades individuales Júpiter (5.9 t ha^{-1}) y Excelente (5.6 t ha^{-1}). Lo cual, pudo estar relacionado con la sinergia obtenida con la siembra combinada de dos variedades de alfalfa.

CONCLUSIONES

La alfalfa mostró baja producción de forraje durante los meses más fríos del invierno en Durango (diciembre, enero y febrero), lo cual se reflejó en la baja productividad del agua, por lo que fue superada por las gramíneas.

En la mayoría de los casos se observó que la aplicación de láminas de riego que mantengan la humedad aprovechable cercana al 80 % favoreció el rendimiento de forraje verde, en todas las especies evaluadas. El rendimiento de forraje seco resultó favorecido por las láminas de riego que mantuvieron la humedad aprovechable del suelo en un nivel cercano a 100 %. Se definió la influencia de la temperatura y la humedad edáfica en el incremento de la productividad del agua en especies forrajeras cultivadas en Durango. La aplicación de láminas de riego moderadas (54.0 a 102.6 mm) y el uso de especies y variedades con valores altos de la productividad del agua auxiliarán en el desarrollo de la producción sostenible de forraje en Durango.

BIBLIOGRÁFICA

Arrieta H., Y.; A. Cortés. 2009. Diversidad de las gramíneas de Durango, México. Polibotánica 28: 49-68. México.

Benacchio S., S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el trópico Americano. FONAIAP-CNIA. Maracay, Venezuela. 202 p.

Cisneros A., D.; M. I. Mata; E. O. Rueda; M. A. Garbalena. 2009. Evaluación cuantitativa de la vegetación en agostaderos sobrepastoreados tratados con rodillo aereador. Memorias del VI Simposio Internacional de Pastizales. Universidad Autónoma de Nuevo León-Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. México. 1p.

Hakl, J.; J. Šantrůček, P. Fuksa, L. Krajíc. 2010. The use of indirect methods for the prediction of lucerne quality in the first cut under the condition of Central Europe. Czech. J. Anim. Sci. 55(6): 258-265.

Medina G., G.; R. Gutiérrez L.; F. G. Echavarría C.; M. D. Amador R.; J. A. Ruiz C. 2009. Estimación de la producción de forraje con imágenes de satélite en los pastizales de Zacatecas. Técnica Pecuaria en México 47: 135-144.

Müller, L.; P. A. Manfron; S. L. Petter M.; N. A. Streck; A. Mittelmman; D. Dourado N.; A. Hedlund B.; K. Pereira M. 2009. Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genotipos diplóides e tetraplóides de azevém. Ciência Rural 39(5): 1343-1348.

SAI. 2010. Water conservation, Technical briefs. Irrigation scheduling. Documento consultado en línea 10/04/2016. http://www.saiplatform.org/uploads/Library/Technical%20Brief%206.%20Irrigation%20Scheduling.pdf.

Salazar G., M. R.; J. Johnson; B. Chaves C.; G. Hoogenboom. 2013. Relationship of base temperature to development of winter wheat. International Journal of Plant Production 7(4): 741-762.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2015. Coeficientes de agostadero por entidad. Consultado en línea 31/12/2015. http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/archivos/02_agrigan/d2_agrigan04_06.pdf.

RESPUESTA DE ESPECIES FORRAJERAS DE PASTO EN DIFERENTES NIVELES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL SUELO

Rigoberto Rosales Serna[1*], Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1], Fernando Abraham Euzarraga Rosales[2], Hilario Flores Gallardo[1] y Rafael Jiménez Ocampo[2].

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango- El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170. [2]Universidad Tecnológica de Poanas, km 2.0 carretera Villa Unión-Vicente Guerrero S/N Cd. Villa Unión, Poanas, Dgo. México. C. P. 34800.
*rosales.rigoberto@inifap.gob.mx; rigoberto_serna@yahoo.com.

INTRODUCCIÓN

En Durango, la falta de planeación ha propiciado el déficit de forraje para la alimentación animal durante la época seca del año. Por ello, se han propuesto diferentes opciones para la producción intensiva de forrajes y con ello, alimentar y suplementar el ganado bovino. En el periodo 2009-2014 se registró, para Durango, un promedio bajo de peso al sacrificio en el ganado bovino (266 kg), en comparación con la media nacional que alcanzó 388 kg (SIAP, 2015). Para lograr un aumento del peso vivo de los animales, se busca incrementar la producción de forraje para promover la finalización (engorda) y comercializar bovinos con peso superior a 500 kg. Lo anterior, debe lograrse dentro de un marco de sostenibilidad ambiental, mediante el uso eficiente del agua para la producción de los forrajes y granos usados en la producción pecuaria.

La disponibilidad de agua de lluvia y riego es limitada en Durango, por lo que se requiere una planeación adecuada para el incremento de la productividad de las especies forrajeras. En estas condiciones se considera que la aplicación y uso eficiente del agua de riego puede incrementar la competitividad de los productores agrícolas. Además, se han propuesto diferentes especies para la producción sostenible de forrajes, con el fin de reducir el déficit de alimento para el ganado (Núñez *et al*., 2010). Las praderas irrigadas de ballico anual (*Lolium multiflorum*) y ballico perenne (*Lolium perenne*) representan una opción importante en Durango. Algunas variedades de estas especies muestran bajo consumo de agua, toleran las bajas temperaturas invernales y su biomasa puede utilizarse como forraje de alto valor proteico (15 %).

El incremento en la productividad del agua requiere el uso de métodos que permitan la calendarización apropiada del riego, con lo que se 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). Con ello, se generarán recomendaciones para la selección de láminas óptimas de riego (L_r) en cada especie cultivada; así como, la elaboración de

calendarios de aplicación sustentados con modelos de programación integral. Dichos modelos se basan en el concepto de grados día (°D) y son utilizados en diferentes especies forrajeras. En Durango, se reforzaron los trabajos para actualizar y ampliar la información relacionada con la determinación de la productividad del agua utilizada en la obtención de forraje. Lo anterior, debido a la necesidad de cultivar de manera intensiva especies forrajeras que muestren alta productividad del agua. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la temperatura y humedad del suelo sobre el rendimiento forrajero en diferentes especies de pasto cultivadas en Durango, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del INIFAP ubicadas en el kilómetro 4.5 de la carretera Durango-El Mezquital, a los 23° 59' 21" N y 104° 37' 33" O, con una altitud de 1,877 m. El suelo predominante es de tipo franco, el cual tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 %, pH de 6.5 y es pobre en materia orgánica, fósforo y nitrógeno. La capacidad de campo es 34 %, punto de marchitamiento permanente de 12 % y humedad aprovechable de 22 %. El clima es templado-semiárido, con régimen de lluvias en verano y variación fuerte de la temperatura [BS_1 Kw (w) (e)], con un promedio anual de 17.4 °C (García, 1987). La lluvia acumulada durante el año alcanza una media de 476 mm, con valores altos entre junio y septiembre (Medina *et al*., 2005).

El diseño utilizado fue el completamente aleatorio (franjas apareadas) y seis repeticiones. Se aplicaron tres tratamientos que fueron 100 %, 80 % y 60 % de la humedad aprovechable. Se probaron dos variedades (*Lolium multiflorum* cv. Hércules y *Lolium perenne* cv. Perenne) y una mezcla (30:70) de éstas. La parcela experimental consistió de una melga de 10 m de ancho y 35 m de longitud. La siembra se realizó en seco, el 1 de octubre de 2015, con la sembradora Aitchinson grassfarmer 1414C®**,** la cual establece hileras de plantas con 15 cm de separación. Después, se aplicó el riego el 03 de octubre y un sobre-riego el 08 de octubre de 2015, para asegurar la emergencia de las plántulas. Se fertilizó el 29 de octubre de 2015 con la dosis 120-00-00 para nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O). Se realizó una aplicación de herbicida 2-4D, amina (Full-mina®) y un deshierbe manual después del primer corte (08 de enero de 2016).

El contenido de agua en el suelo se determinó semanalmente con la ayuda del sensor TDR HydroSense II (Time Domain Reflectometer, Campbell Scientific, Logan UT, USA) y el riego se aplicó cuando se registró un porcentaje de abatimiento del 50 % en la humedad aprovechable. La lámina de riego (Lr) se calculó con base en el contenido de humedad del suelo (Pw), evaluado antes y después de la aplicación del riego en cada tratamiento. Para ello, se estimó la

lámina consumida (dc) 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 (g/cm^3) y D= profundidad efectiva de raíces (m) (Morábito *et al*., 2008). Además, se consideró la lluvia acumulada durante el ciclo (91.8 mm) para el cálculo de la lámina total aplicada (Lr_a). Los registros de lluvia y otras variables climáticas se obtuvieron en la Red de Casetas Agrometeorológicas del INIFAP, (2016).

Se realizaron muestreos de forraje a los 65, 101, 128, 157, 194 y 228 días después de la siembra (DDS). En la melga de cada variedad y tratamiento se tomaron seis muestras equidistantes (muestreo sistemático), con un cuadrante de 25 cm x 25 cm (625 cm^2), para la determinación del rendimiento. Las plantas se cortaron con hoz a una altura de 5 cm sobre la superficie del suelo, se colocaron en bolsas de papel y se pesaron en una báscula electrónica (Torrey®), con precisión de 0.01 g, para registrar el peso de forraje verde.

Después de obtener el peso verde, las muestras se colocaron en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C hasta obtener masa constante (48 h aproximadamente) y luego se obtuvo el peso seco. Los resultados se utilizaron para la estimación del rendimiento de forraje verde y seco en toneladas por hectárea (t ha^{-1}). Además, se determinó el rendimiento de forraje para cada volumen de agua consumido (productividad del agua). Después del muestreo, las melgas de los pastos se segaron mecánicamente, con la finalidad de determinar la capacidad de rebrote de las especies. Los cortes efectuados durante el periodo de desarrollo del experimento se realizaron con la cortadora-acondicionadora John Deere 530®.

La cantidad de grados día (°D) acumulados para cada fecha de corte, se determinó mediante el uso del método que incluye las siguientes condicionantes: $^{\circ}D = T_a - T_{c\text{-}min}$, $T_a < T_{c\text{-}max}$; $^{\circ}D = T_{c\text{-}max} - T_{c\text{-}min}$, $T_a \geq T_{c\text{-}max}$; $^{\circ}D = 0$ y $T_a \leq T_{c\text{-}min}$. En donde T_a es la temperatura ambiental media diaria, $T_{c\text{-}max}$ (30 ºC) y $T_{c\text{-}min}$ (5 ºC) son las temperaturas máximas y mínimas del aire, consideradas como umbrales para el crecimiento y desarrollo de la planta. El análisis de varianza para forraje verde (FRV) y forraje seco (FRS) se realizó en un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial (tres tratamientos x tres variedades) y seis repeticiones. La comparación de medias se obtuvo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La acumulación de grados día fluctuó entre 742 ºD para el primer muestreo hasta un total de 2,288 ºD en el sexto. La cantidad acumulada entre muestreos fue menor durante el invierno, con valores más bajos en febrero (138 ºD); mientras que en mayo se obtuvieron 493 ºD. La

acumulación de ºD influyó de forma positiva sobre la producción de biomasa, por lo que se observaron valores más altos de FRV y FRS en los meses cálidos. Las láminas de riego acumuladas (Lr_a) fueron de 525.4 mm (60 %), 607.4 mm (80 %) y 693.4 (100 %), a las cuales se agregó la lluvia acumulada durante el periodo de evaluación (91.8 mm). Se observó que la aplicación mensual de láminas intermedias (54.0 a 102.6 mm), que mantienen niveles de HA al 80 %, favorecieron el rendimiento de FRV y FRS en pasto.

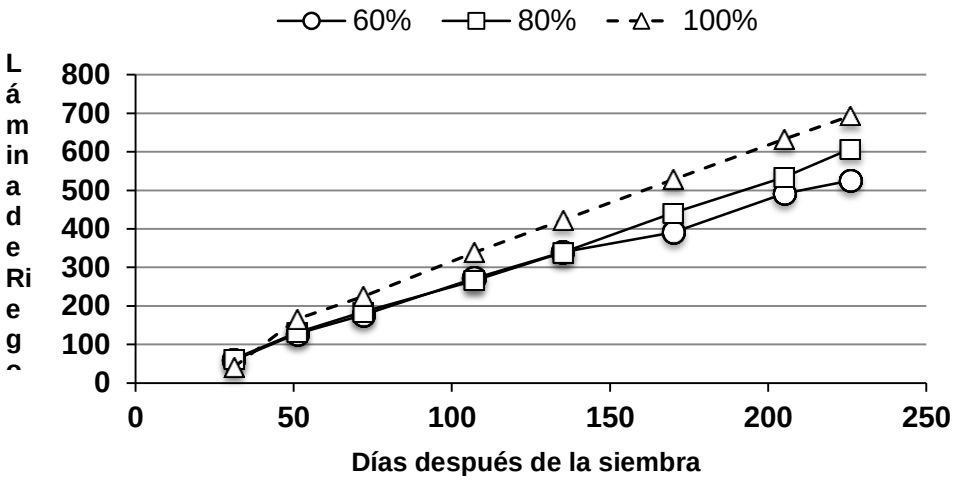


Figura 1. Lámina de riego acumulada (Lr_a) en la evaluación de la respuesta de especies de pasto forrajero en diferentes niveles de humedad aprovechable.

Las diferencias observadas para el rendimiento de FRV y FRS, entre condiciones de humedad, fueron altamente significativas ($P \leq 0.01$) en el primer, segundo y quinto muestreo y entre variedades durante el primer, segundo, cuarto y quinto muestreo. Por su parte, la interacción Variedad x Condición presentó significancia únicamente en el primer muestreo. Lo anterior, se relacionó con el cambio de la respuesta y posición relativa de al menos una de las variedades entre los tratamientos de humedad evaluados. Cuando se consideraron variedades individuales, se observó que Hércules sobresalió por el rendimiento de FRV acumulado durante el invierno, especialmente en el tratamiento de 80 % de humedad aprovechable. Los valores para el rendimiento de FRV fueron de 147.0 t ha^{-1} (60 %), 197.2 t ha^{-1} (80 %) y 185.4 t ha^{-1} (100 %) (Figura 1).

En el caso del rendimiento de FRS sobresalió la variedad Perenne, la cual mostró recuperación acelerada durante la primavera y alcanzó 33.9 t ha^{-1} (60 %), 47.2 t ha^{-1} (80 %) y 38.1 t ha^{-1} (100 %) (Figura 2). La mezcla de variedades mostró valores altos de rendimiento de FRV en el tratamiento de 80 % de humedad aprovechable con 203.1 t ha^{-1}, mientras que para el FRS se obtuvo un valor de 46.5 t ha^{-1}.

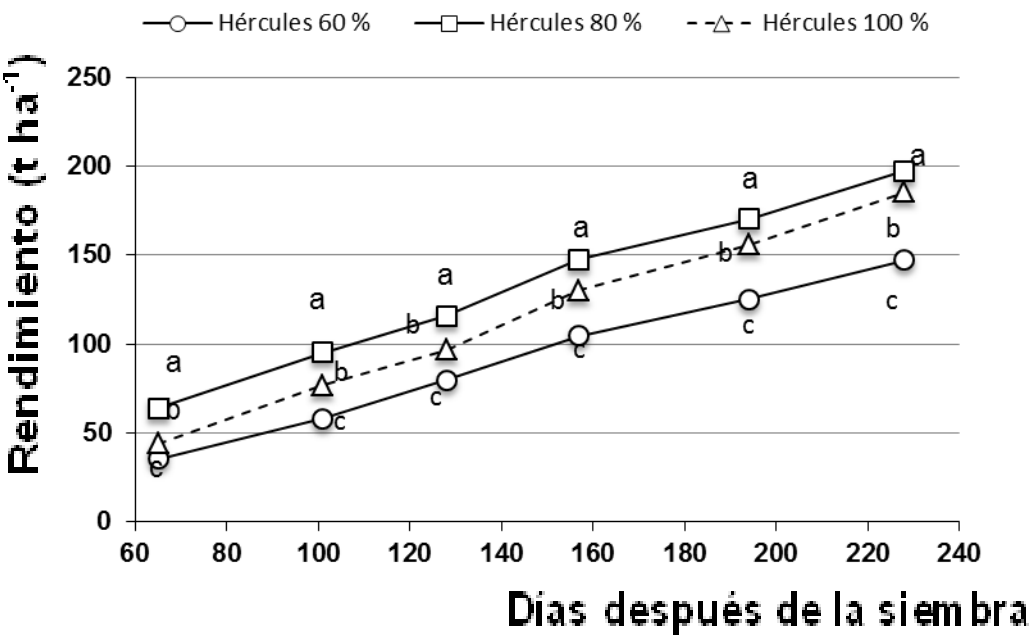


Figura 2. Rendimiento de forraje verde en la variedad de pasto anual Hércules cultivada en diferentes niveles de humedad.

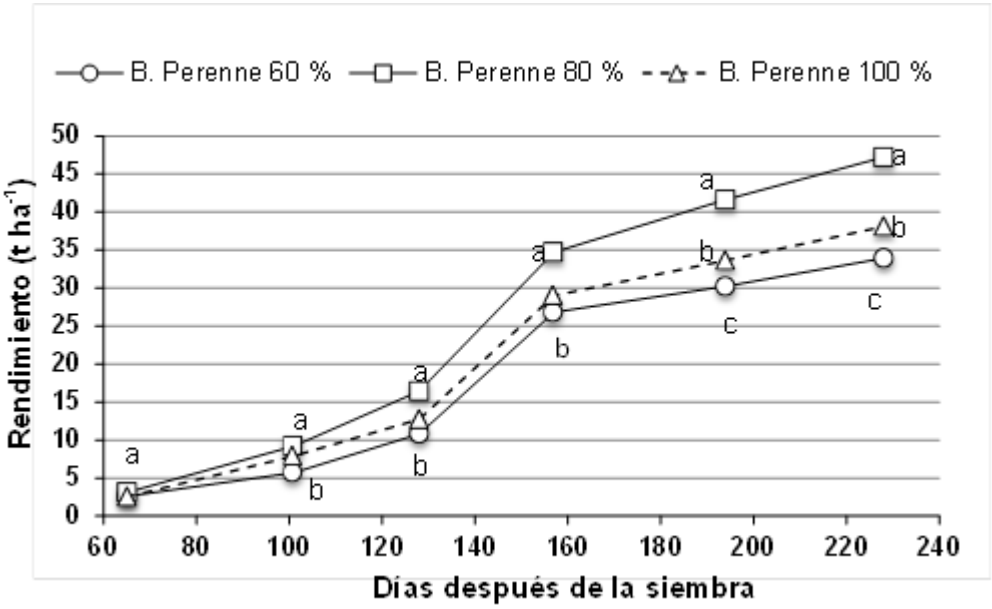


Figura 3. Rendimiento de forraje seco en la variedad de pasto Perenne cultivada en diferentes niveles de humedad.

La respuesta de los pastos permitió recomendar la aplicación de láminas intermedias de riego (54.0 a 102.6 mm), las cuales deben permitir el mantenimiento del 80 % de humedad aprovechable. Lo anterior, es recomendable en todos los cortes, incluidos los que se realicen

durante el invierno, lo cual permitió la obtención de rendimientos altos de forraje (verde y seco) en todas las variedades de pasto utilizadas en el estudio.

Se observó diferencia entre las variedades que muestran rendimiento alto de forraje verde y las de mayor rendimiento de forraje seco. Lo anterior, es importante en el momento de decidir entre variedades que serán utilizadas para pastoreo en verde (Hércules) y aquellas que pueden usarse para la obtención de forraje henificado (Perenne). Una respuesta adicional se obtiene con la Mezcla, la cual presenta una acumulación alta de FRV y FRS.

Los valores de producción de agua (PA) para la obtención de FRV fueron mayores en 80 % de HA y fluctuaron entre 273.6 kg/ha/mm (Perenne) y 290.5 kg/ha/mm (Mezcla) (Cuadro 1). En el caso del FRS, se observó mayor eficiencia en el tratamiento de 80 % de HA, donde se obtuvieron valores entre 59.9 kg/ha/mm (Hércules) y 67.5 kg/ha/mm (Perenne). La mayor productividad del agua se observó en el tratamiento de 80 %, de HA en todas las variedades.

Cuadro 1. Productividad del agua en la producción de forraje en variedades de pasto.

Especie	Tratamiento[1]	FRV[2] (t ha^{-1})	FRS (t ha^{-1})	Lr_a (mm)	PAFRV (kg/ha/mm)	PAFRS (kg/ha/mm)
Hércules	60 %	147.0	34.6	617.1	238.2	56.1
Hércules	80 %	197.2	41.9	699.1	282.1	59.9
Hércules	100 %	185.4	39.5	785.1	236.1	50.3
Perenne	60 %	127.2	33.9	617.1	206.1	54.9
Perenne	80 %	191.3	47.2	699.1	273.6	67.5
Perenne	100 %	152.6	38.1	785.1	194.4	48.5
Mezcla	60 %	165.3	40.7	617.1	267.9	66.0
Mezcla	80 %	203.1	46.5	699.1	290.5	66.5
Mezcla	100 %	167.5	41.3	785.1	213.3	52.6
Promedio		**170.7**	**40.4**	**700.4**	**244.7**	**58.0**

[1]estimado con base en la humedad aprovechable; [2]FRV = forraje verde; FRS = forraje seco; Lr_a = lámina de riego acumulada, incluyendo la lluvia; PAFRV = productividad del agua en la producción de forraje verde; PAFRS = productividad del agua en la producción de forraje seco.

CONCLUSIONES

Las variedades de pasto representan una opción para contar con forraje de corte y pastoreo durante el invierno. Se recomienda el uso de la variedad Hércules, sola y en mezcla con Perenne, por sus valores altos de productividad del agua para la obtención de forraje verde durante el invierno. La variedad Perenne representa otra alternativa para el establecimiento de praderas irrigadas de alta productividad en primavera. La aplicación de láminas de riego moderadas (54.0 a 102.6 mm) y el uso de variedades con valores altos de productividad del agua contribuirán a la obtención sostenible de forraje en Durango.

BIBLIOGRAFÍA

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.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2016. Consultado en línea 15/12/2015. http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/.

Medina G., G.; G. Díaz P.; J. López H.; J. A. Ruiz C.; 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.

Morábito, J.; S. Salatino; G. Anbella; 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.

Müller, L.; P. A. Manfron; S. L. Petter M.; N. A. Streck; A. Mittelmman; D. Dourado N.; A. Hedlund B.; K. Pereira M. 2009. Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genotipos diplóides e tetraplóides de azevém. Ciência Rural 39(5): 1343-1348.

Núñez M., O. G.; R. Rosales S.; G. Acosta L.; C. A. Nava B.; R. Jiménez O. 2010. Validación del potencial forrajero de especies cultivadas en Durango, México. Memoria de la XXII Semana Internacional de la Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México. p. 836-841.

Ojeda B., W.; E. Sifuentes I.; H. Unland-Weiss. 2006. Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. Agrociencia. 40(1): 13-25.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Bovino carne y leche. Población Ganadera. Consultado en línea 31/12/2015. http://www.siap.gob.mx/opt/poblagand/bovino.pdf.

PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y MANEJO DE LA COMPETENCIA INTRAESPECÍFICA EN GIRASOL, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Juan Manuel Cortés Jiménez, Alma Angélica Ortiz Avalos, Gerardo Zazueta Encinas[1], Miguel Rivera Gonzalez[2]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias . [1]Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 515, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. (0155) 38718700 Ext. 81210., [2]Centro Interdisciplinario de Relación Agua, Suelo y Atmósfera, Km. 6.5 Margen Derecha Canal De Sacramento, Gómez Palacio, Durango. C.P. 35150, Tel. (0155) 38718700 Ext.80513 Correo: cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las oleaginosas representan el 12% de la producción mundial de cultivos orgánicos, antecedida por los cereales que ocupan el 40% y los forrajes verdes el 30% (Lernoud y Willer, 2016). Se tiene registro de un área de casi 983,926 hectáreas que se utiliza para la producción orgánica de semillas de oleaginosas. Los principales países en los que se produce este cultivo son los Estados Unidos, India, Brasil, Argentina y China, cada uno con más de 20 millones de hectáreas. Los países con mayor superficie de oleaginosas orgánicas son China, India, Kazajstán, Estados Unidos, Ucrania y Canadá. Casi el cuarenta por ciento de la superficie de semillas oleaginosas orgánica es para la soja y el otro veinte por ciento es para las semillas de girasol y de colza (Lernoud y Willer, 2016).

El rendimiento de girasol en un sistema con manejo orgánico fue de 2.807 ton ha^{-1} (Pérez *et al.,* 2007a); estos mismos autores obtuvieron en una segunda evaluación un rendimiento de 2.335 ton ha^{-1} (Pérez *et al.,* 2007 b). Álvarez *et al.* (2007) evaluaron la respuesta a fósforo e inoculación con micorrizas en girasol en sistema convencional y orgánico. Los resultados en el manejo orgánico reportaron un rendimiento de 2.807 y 3.140 ton ha^{-1} en los tratamientos sin micorrizas y con micorrizas respectivamente. En el sistema convencional el testigo sin fertilizar rindió 1.730 ton ha^{-1}; el tratamiento fertilizado con fósforo 2.226 ton ha^{-1}; el inoculado con micorrizas 2.020 ton ha^{-1} y el tratamiento fertilizado con fósforo e inoculado con micorrizas 2.377 ton ha^{-1}.

La producción de girasol convencional en México es incipiente. El SIAP (2016), reporta en promedio siembra de girasol en 655.17 hectáreas del 2006 al 2015, con valor máximo de 2,556.57 hectáreas en el año 2014 y mínimo de 3.4 hectáreas en el año 2007. Dentro de los diez años consultados, Sonora aparece únicamente en el año 2015 ocupando el 7.47% de la producción nacional en ese año. En el último estudio que se realizó sobre el estado actual, retos y tendencias de la agricultura orgánica en México, el girasol no figura dentro de los cultivos reportados como orgánicos (Gómez *et al.,* 2009).

En el noroeste de México se han realizado muchos intentos por impulsar la siembra de girasol; sin embargo el cultivo no logra posicionarse como opción de rentabilidad y competitividad para el productor. Pese a eso, actualmente hay empresas transnacionales interesadas en impulsar la siembra de esta oleaginosa, así como los cultivos de cártamo y canola con alto contenido de ácido oleico; para lo cual se está trabajando en agricultura por contrato y gestionando apoyos para su siembra y comercialización (Castillo y Cantúa, 2012).

En el Valle del Yaqui, Sonora, el CESAVESON (2016), reporta el establecimiento de 12 hectáreas para el ciclo O-I 2014/2015 y 222 en el ciclo 2015/2016. En esta región Castillo y Cantúa (2013) han evaluado variedades de girasol convencional con un rendimiento promedio de 2.499 ton ha^{-1}; sin embargo reportan que en suelos profundos con mayor capacidad de retención de humedad el rendimiento potencial de este cultivo puede ser de hasta 4.0 a 4.5 ton ha^{-1}, aunque a nivel comercial, rendimientos mayores a 3.0 ton ha^{-1} ya ubican a este cultivo con un margen de utilidad competitivo (Castillo y Cantúa, 2016). Respecto a enfermedades, la presencia de cenicilla polvorienta (*Erysiphe cichoracearum*) y pudrición de tallos y capítulos (*Sclerotinia sclerotiorum*), va a depender en parte del clima y manejo agronómico: densidad de plantas y riegos (Castillo y Cantúa, 2016). Mayores densidades de siembra pueden provocar acame y enfermedades debido a la baja aireación (Castillo y Cantúa, 2012), además que compiten por aire, luz, agua, nutrientes y esto trae como consecuencia un menor tamaño de cabezuela o capítulo, así como problemas con acame y enfermedades fungosas (Castillo y Cantúa, 2016).

Con respecto al tema de enfermedades, Gaxiola (1977), determinó que un mayor espaciamiento entre surcos, fue la mejor estrategia para el control del moho blanco del frijol, lo cual se atribuyó a una mayor aireación y una menor humedad relativa que evitó la proliferación de la enfermedad. Otras estrategias utilizadas por Cortés y Ortiz (2015) en cártamo en el Valle del Yaqui, son los sistemas de dos surcos sembrados y uno sin sembrar (2x1) y dos surcos sembrados y dos sin sembrar (2x2), estrategias que reportaron incrementos en producción de 68.5% en promedio con respecto al sistema de siembra continua. El máximo incremento fue de 104.6% y el mínimo de 32.4%. El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta de dos genotipos de girasol a la competencia intraespecífica y al manejo orgánico bajo las condiciones del Valle del Yaqui, Sonora.

MATERIALES Y METODOS

La evaluación se desarrolló durante el ciclo O-I 2015/2016 en el Block-910 del Valle del Yaqui, Sonora, perteneciente al Campo Experimental Norman E. Borlaug CENEB- CIRNO-INIFAP, en

una parcela localizada 109°55´31.07" Oeste y 27°22´06.41" Norte a una altura de 38 msnm en un suelo de textura arcillosa con una disponibilidad de 46.8 ppm de fósforo Bray y 35 kg ha^{-1} de nitrógeno nítrico. Los genotipos de girasol utilizados fueron Ausigold 62 y Hornet CL. La siembra se estableció el 28 de noviembre de 2015 en surcos a 80 cm de separación y una densidad de siembra de 9 semillas por metro lineal. Se llevaron a cabo un riego de germinación y 7 riegos de auxilio a los 47, 68, 82, 96, 110, 122 y 132 días después de la siembra. Como fertilizante se utilizó Nutripellet en dosis de 3,200 kg ha^{-1}, aplicado al voleo antes del riego de presiembra y se incorporó al suelo con un paso de cultivadora. El Nutripellet es un fertilizante orgánico granulado formulado a base de gallinaza, cuenta con registro OMRI nad 5875 con vigencia al 01 de diciembre de 2016, contiene de 2 a 3% de nitrógeno y de 2.5 a 4.0 % de fósforo como P_2O_5. No se aplicaron plaguicidas, fungicidas ni herbicidas. Se evalúo el rendimiento de girasol en un sistema de siembra de dos surcos sembrados y uno sin sembrar y en sistema tradicional a surco contínuo (Figura 1). La unidad experimental fue de 4 surcos de 110 metros de longitud y se cosechó como parcela útil 2 surcos de 3 metros de largo a 80 cm. El diseño estadístico fue de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones. La parcela parcela mayor correspondió a los métodos de siembra y la menor a los genotipos. Los datos se analizaron en MSTAT version 2.1 (Russell D. Freed, MSTAT Director Crop and Soil Sciences Deparment Michigan State University).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se reportaron diferencias estadísticas entre los métodos de siembra utilizados. No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de las variedades (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de grano en el cultivo de girasol en dos métodos de siembra en un sistema de producción orgánica. CENEB-INIFAP O-I 2015/2016.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Prob.
Variedades (A)	1	0.038	0.038	1.2689	0.3030
Error	6	0.181	0.030		
Métodos (B)	1	2.288	2.288	55.4381	0.0003
AB	1	0.066	0.066	1.6032	0.2524
Error	6	0.248	0.041		
Total	15	2.822			

C.V. 9.34%

En el Cuadro 2 se presentan los rendimientos obtenidos bajo los dos sistemas evaluados considerando la unidad por superficie cosechada: Los mejores resultados se obtuvieron en el sistema de dos surcos sembrados y uno sin sembrar, ya que este sistema reportó un incremento en rendimiento de 757 kg ha^{-1} respecto a la siembra continua. Sin embargo al considerar que en el sistema de dos surcos sembrados y uno sin sembrar, la tercera parte de la superficie queda sin siembra, el cálculo del rendimiento se realizó respecto a la superficie sembrada que fue de dos tercios. En el Cuadro 3 se reportan los valores de rendimiento ajustados a la superficie sembrada. El ajuste a dos tercios de superficie sembrada reportó que la siembra tradicional presenta 126 kg ha^{-1} más que el método de siembra 2x1. Para un análisis económico de los resultados, se debe considerar que en los surcos que no se siembran, es factible eliminar la totalidad de los insumos, incluido el fertilizante, los insecticidas y el riego.

Cuadro 2. Efecto del método de siembra sobre el rendimiento de grano de girasol en un sistema de producción orgánica. CENEB-INIFAP O-I 2015-2016.

Métodos de siembra	Rendimiento ton ha^{-1}		Media
	Ausigold 62	Hornet CL	
Siembra continua	1.910	1.684	1.797 b
2x1	2.538	2.569	2.554 a
Media	2.224	2.127	

Tukey 0.05 (Métodos) = 0.2488

Cuadro 3. Efecto del método de siembra sobre el rendimiento de grano en el cultivo de girasol en un sistema de producción orgánica, ajustado . CENEB-INIFAP O-I 2015/2016.

Métodos de siembra	Rendimiento ton ha^{-1}		Media
	Ausigold 62	Hornet CL	
Siembra continua	1.910	1.684	1.797
2x1	1.692	1.713	1.671
Media	1.769	1.698	

Se destaca en esta evaluación, que el genotipo Hornet es más precoz y de menor altura que el Ausigold 62 y se adaptó mejor al método de siembra propuesto, ya que aunque los rendimientos resulten iguales al método convencional de siembra contínua, el método de siembra de 2x1 es más rentable ya que tiene menor costo de producción por hectárea. En el caso de Ausigold, es un genotipo más tardío y mas alto, condición que lo hace más susceptible al acame y al ataque de enfermedades y pájaros. Esta última plaga tiene una gran importancia en este cultivo ya que provoca graves pérdidas en el rendimiento, lo mismo que el acame, ya que el capítulo no puede ser levantado en su totalidad por la trilladora.

CONCLUSIONES

El método de siembra de dos surcos sembrados y uno sin sembrar reportó mayor rendimiento que el método de siembra continua al evaluar el rendimiento por unidad de superficie cosechada.

No se encontraron diferencias en rendimiento entre los dos genotipos evaluados. Sin embargo, es factible que el genotipo precoz y de menor altura tenga una interacción positiva con el método de siembra propuesto.

BIBLIOGRAFIA

Álvarez, C., Scianca, C., Barranco, M. y Klappenbach, J. Fertilización con fósforo e inoculación con micorrizas en girasol en sistemas convencionales y de producción orgánica. Memoria técnica 2006-2007. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA EEA General Villegas. Argentina. p 30-32.

Castillo, T.N. y Cantúa, A.J.A. 2016. Tecnología de producción para el cultivo de girasol en el sur de sonora. Ciclo O-I 2015-2016. Publicación especial No. 23. Centro de Investigación Regional del Noroeste CIRNO-INIFAP-CENEB. Cd. Obregón, Sonora, México. Abril de 2016. p 46-49.

Castillo, T.N. y Cantúa, A.J.A. 2013. Cultivos de bajo consumo de agua y tolerantes a bajas temperaturas. Publicación especial No. 20. Centro de Investigación Regional del Noroeste CIRNO-INIFAP-CENEB. Cd. Obregón, Sonora, México. Abril de 2013. p 32.

Castillo, T.N. y Cantúa, A.J.A. 2012. Girasol y Canola: Opciones de cultivo para enfrentar el cambio climático. Publicación especial No. 19. Centro de Investigación Regional del Noroeste CIRNO-INIFAP-CENEB. Cd. Obregón, Sonora, México. Marzo de 2012. p 29-31.

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Sonora, 2015. Disponible en: http://www.cesaveson.com/ (Consultado el día 6 de julio de 2016.).

Cortés, J.J.J. y Ortiz, A.A.A. 2015. Manejo de la competencia intra específica, en la producción de cultivos sin el uso de agroquímicos, en el Valle del Yaqui, Sonora. Capítulo de Libro Científico: Agricultura sostenible una transición desde lo tradicional. 1ª Edición. p 127-142.

Gaxiola S. 1977. Efecto de diferentes distancias entre surcos sobre la incidencia del hongo *Whetzelimia sclerotiorum* (Lib.) Korf y Dumont Semsu. Agric. Tec. Mex. 4(1):73- 76.

Gómez C, Ma., Schwentesius, RR., Ortigoza, RJ., Gómez, TL., May, TV., López R, UI., Arreola Q, JA., Noriega, AG. 2009. Agricultura, Apicultura y Ganadería Orgánicas de México. Estado actual, retos, tendencias. CONACYTCHAPINGO. ISBN:978-607-12-0138-6. México. D.F. 58 p

Lernoud, J. and Willer, H. 2016. Oilseeds and Arable Land. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 75, 108.

Pérez, M., Álvarez, C., Scianca, C. y Barranco, M. 2007a. Efectos del control mecánico de malezas en girasol orgánico de alto oleico. Memoria técnica 2006-2007. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA EEA General Villegas. Argentina. p 16-17.

Pérez, M., Scianca, C., Álvarez, C. y Barranco, M. 2007b. Efecto del control mecánico sobre la población de malezas y rendimiento de girasol en sistemas de producción orgánica. Memoria técnica 2006-2007. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA EEA General Villegas. Argentina. p 20-21.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/ Consultado el 15 de julio de 2016.

PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE MAÍZ EN EL VALLE DEL YAQUI.

Juan Manuel Cortés Jiménez[1], Alma Angélica Ortiz Avalos[1], Gerardo Zazueta Encinas[1], Miguel Rivera González[2]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
[1]Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 515, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. (0155) 38718700 Ext. 81210.
[2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria RASPA, Gómez Palacio, Durango.
Correo: cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, el maíz convencional es el cultivo de mayor producción en México. Para el ciclo O-I 2015 se reportó una superficie de siembra de 1,224,825.61 hectáreas en modalidad de riego, con una producción de 7,349,122.04 toneladas las cuales produjeron un rendimiento promedio de 6.04 ton ha^{-1} con un valor de producción de 24,788,201.61 pesos (SIAP, 2016). El sur de Sonora reporta una producción promedio de maíz de 20,309.22 ha en los ciclos de O-I 2013/2014, 2014/2015 y 2015/2016. El 89.2% de la producción se concentra en el Valle del Yaqui (Figura 1) (CESAVESON, 2016).

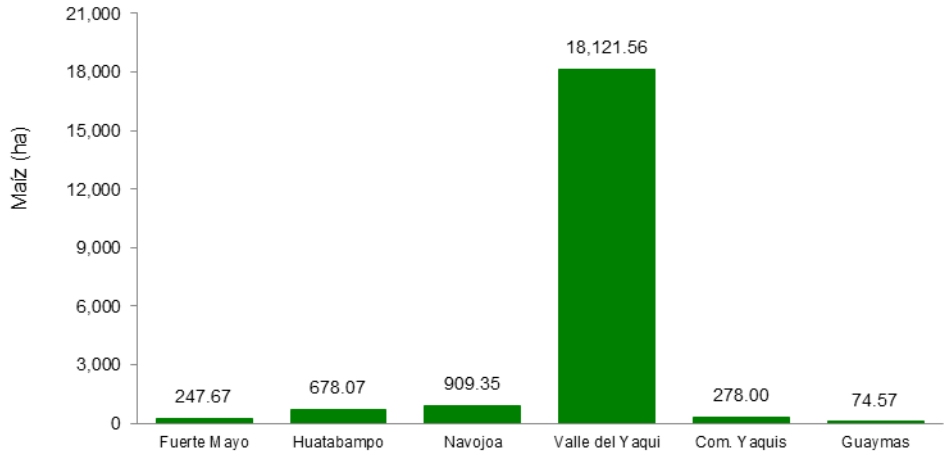


Figura 1. Superficie establecida con maíz O-I 2015 en el sur de Sonora.Fuente: CESAVESON, 2016.

Para el año 2014, a nivel mundial 3.3 millones de hectáreas de cereales están bajo manejo orgánico. El 36% de esa superficie le corresponde al trigo, 11% avena y el mismo porcentaje a cebada, 10% maíz y 8% arroz (Lernoud y Willer, 2016). En cuanto a la producción orgánica en México, el maíz ocupa la posición número 11 respecto a la importancia de la agricultura orgánica por cultivo. Los estados productores de maíz orgánico son: Chihuahua, Distrito Federal, Sinaloa, Nuevo León, Puebla, Estado de México, Chiapas, Jalisco y Oaxaca (Gómez *et al.,* 2009). Gómez *et al.* (2016) reporta que el crecimiento de la producción orgánica en México ha sido del 20% anual a partir del año 1996. Esto es en respuesta a la demanda de un

consumidor más sensibilizado y porque los propios agricultores se han vuelto más conscientes del cambio climático y de la necesidad de producir más utilizando métodos respetuosos con el medio ambiente. Esto ha dado lugar a un mayor uso de insumos biológicos y se ha convertido en una de las tendencias más importantes para los próximos años (Flores y Soberanes, 2016).

Diversos autores reportan resultados en donde la producción orgánica les ha dado menor rendimiento que la convencional (Bacenetti *et al.,* 2016; Mazzoncini *et al.,* 2015; Sacco *et al.,* 2015; Kumar *et al.,* 2014; Bilsborrow *et al.,* 2013); todos atribuyen la baja de su producción al uso de fertilizantes orgánicos con poca disponibilidad de nitrógeno o que este elemento no se encuentra inmediatamente disponible en las fuentes de nitrógeno utilizadas. Sin embargo, estudios comparativos de siembra de maíz con manejo convencional y orgánico, reportaron rendimientos de 6.6 y 11.3 ton ha^{-1} respectivamente. El costo de producción del sistema orgánico reportó una reducción de costos del 3.5% e ingresos brutos que superan en un 71% a los ingresos que reporta el manejo convencional (Vidal *et al.,* 2016).

En el Valle del Yaqui, Sonora, estudios conducidos por Cortés y Ortiz (2012) en trigo reportaron un rendimiento de 7.139 ton ha^{-1} para el manejo tradicional y de 8.030 ton ha^{-1} para el manejo orgánico. En cártamo la producción orgánica superó a la tradicional en un 11% (Cortés y Ortiz, 2012). En canola, el sistema orgánico reportó 2.940 ton ha^{-1} y el manejo convencional 2.893 ton ha^{-1} (Ortiz y Cortés, 2015). Estos resultados dan la pauta para seguir estudiando opciones de cultivos en el sistema de producción orgánica. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la viabilidad de la producción orgánica de maíz en un sistema con manejo orgánico bajo las condiciones del Valle del Yaqui, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el ciclo O-I 2015/2016, en un suelo de textura arcillosa localizado a 109°55´31.07" de longitud y 27°22´06.41" de latitud Norte, en terrenos del Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP, los cuales cuentan con una disponibilidad de 46.8 ppm de fósforo Bray y 35 kg ha^{-1} de nitrógeno nítrico. La siembra se realizó el día 28 de noviembre de 2015 con el Híbrido A7573 con una densidad de 8 semillas por metro lineal. El cultivo se estableció sobre humedad para controlar mecánicamente la maleza, en un sistema de dos surcos sembrados y dos sin sembrar, método que tiene como objetivo reducir la competencia intra específica y tener acceso durante todo el ciclo a monitorear y controlar las plagas que se presentan en este cultivo en la región, en este sistema se deben de fertilizar y regar sólo los surcos sembrados (Figura 2). El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se controló con trampas de feromonas y aplicaciones foliares de bacillus thuringiensis var. kurstaki.

Otra plaga de importancia en la región es el gusano elotero (*Helicoverpa zea*), el cual se monitoreó y controló utilizando trampas con atrayente alimenticio y aplicaciones foliares de bacillus thuringiensis var. kurstaki. Se aplicaron 7 riegos de auxilio, a los 48, 68, 82, 94, 101, 110 y 129 días después de la siembra. El riego se aplicó sólo en uno de cada 4 surcos. Como fertilizante nitrofosfatado se utilizó Nutripellet en dosis de 5 y 10 ton ha^{-1} aplicado al voleo antes del riego de presiembra y se incorporó al suelo con un paso de cultivadora. El Nutripellet es un fertilizante orgánico granulado formulado a base de gallinaza, cuenta con registro OMRI nad 5875 con vigencia al 01 de diciembre de 2016. Contiene de 2 a 3% de nitrógeno y de 2.5 a 4.0 % de fósforo como P_2O_5. La unidad experimental fue de 6 surcos de 110 metros de longitud y la parcela útil de un surco de 3 metros a 80 cm de separación. Se evalúo el rendimiento de maíz al 14% de humedad y la relación entre el peso de la mazorca sin hojas y el rendimiento de grano. Se utilizó un diseño de bloques al azar con dos tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos se analizaron en MSTAT version 2.10 (Russell D. Freed, MSTAT Director Crop and Soil Sciences Deparment Michigan State University).

Figura 2. Sistema de siembra utilizado y trampas para lepidópteros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 1). El rendimiento de grano se reporta en el Cuadro 2. La dosis mayor de Nutripellet superó con 1.872 ton ha^{-1} a la dosis menor, de acuerdo con la estimación realizada en la superficie cosechada. Se destaca que esta evaluación se realizó en un híbrido elotero y que una vez cosechado el elote, el maíz se llevó

hasta producción de grano para calcular la extracción de nutrimentos. El rendimiento de grano del maíz elotero es muy inferior al de los híbridos para grano.

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de grano en el cultivo de maíz orgánico. CENEB-INIFAP. Ciclo O-I 2015-2016.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Prob.
Repetición	5	5.20	1.041	4.18	0.0713
Dosis de Nutripellet	1	10.51	10.513	42.21	0.0013
Error	5	1.25	0.249		
Total	11	16.96			

C.V. 5.73%

Cuadro 2. Efecto de la fertilización orgánica con Nutripellet sobre el rendimiento de maíz orgánico. CENEB-INIFAP. Ciclo O-I 2015-2016.

Dosis de Nutripellet ton ha^{-1}	Rendimiento de Grano ton ha^{-1}
5	7.777 b
10	9.649 a

DMS (0.05) = 0.741

Los rendimientos estimados podrían considerarse adecuados para un híbrido elotero, sin embargo, en este sistema se considera que se siembra el 50% de la superficie y se ahorra el 50% de los insumos, por lo cual el rendimiento estimado por unidad de superficie cosechada debe dividirse entre dos. En una evaluación previa en este sistema de siembra, se alcanzaron las 10 ton ha^{-1} con un híbrido para grano, aplicando fertilizante y riego sólo en los surcos sembrados. En esta ocasión, se observaron deficiencias de nitrógeno desde la etapa de formación de grano, lo cual indica que la cantidad aportada por el fertilizante fue insuficiente para alcanzar el potencial de rendimiento de este cultivo.

Se estima que un fertilizante orgánico liberará hasta un 50% del nitrógeno en el primer ciclo de aplicación cuando su concentración de nitrógeno es de 3.0%. En base a lo anterior, 10 toneladas de nutripellet con 3% de nitrógeno liberarían sólo 150 unidades de nitrógeno por hectárea. La extracción unitaria de nitrógeno en el Valle del Yaqui, es de 25 unidades por tonelada de maíz. La disponibilidad de nitrógeno en el suelo antes del establecimiento del cultivo era de 35 kg ha^{-1} de nitrógeno nítrico, la cual se considera deficiente. En base a lo anterior, se estima que existió una disponibilidad de 185 kg ha^{-1} de nitrógeno suficientes para

una producción de 6 ton/ha. En esta evaluación si se divide el rendimiento entre dos, la producción sería de 4.825 ton ha^{-1}, rendimiento que se explicará mejor al calcular la extracción de nitrógeno y la disponibilidad real de este elemento en el Nutripellet.

Figura 3. Maíz elotero sin daño por cogollero y deficiencia de nitrógeno

Se observó una alta correlación entre el peso de la mazorca y el rendimiento de grano (Figura 4). Relación que puede ayudar a estimar el rendimiento en función de esta variable.

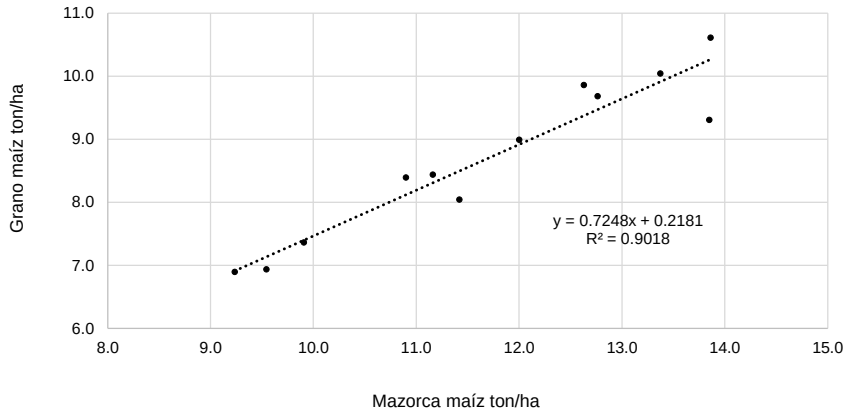


Figura 4. Peso de mazorca de maíz y rendimiento de grano.

El número de plantas promedio en el tratamiento de 5.0 ton ha^{-1} de Nutripellet fue de 6.83 por metro lineal, mientras que en el de 10.0 ton ha^{-1} fueron 6.6 plantas por metro lineal. No se

reportaron diferencias significativas. No se encontró daño de cogollero y daño ligero de gusano elotero.

CONCLUSIONES

El control mediante trampeo de adultos de cogollero y de elotero y la aplicación de bio insecticidas, permite concluir que es factible producir maíz orgánico en el Valle del Yaqui.

Se requiere una dosis mayor de nutripellet o su aplicación con más anticipación a la siembra

BIBLIOGRAFIA

Bacenetti, J., Fusi, A., Negri, M., Bocchi, S y Fiala M. 2016. Organic production systems: Sustainability assessment of rice in Italy. Elsevier. Agriculture, Ecosystems and Environment. 225(2016):33-44

Bilsborrow, P., Cooper, J., Tétard, J.C. Srednicka, T. D., Baraski, M., Eyer, M., Schmidt, C., Shotton, P., Volakakis, N., Cakmak, I., Ozturk, L., Leifert, C. and Wilcockson S. 2013. The effect of organic and conventional management on the yield and quality of wheat grown in a long-term field trial. European Journal of Agronomy. 51(2013):71-80.

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Sonora, 2015. Disponible en: http://www.cesaveson.com/ (Consultado el día 6 de julio de 2016.).

Cortés, J.J.J. y Ortiz, A.A.A. 2015. Manejo de la competencia intra específica, en la producción de cultivos sin el uso de agroquímicos, en el Valle del Yaqui, Sonora. Capítulo de Libro Científico: Agricultura sostenible una transición desde lo tradicional. 1ª Edición. p 127-142.

Cortés, J.J.M. y Ortiz, A.A.A. 2012. Expectativas para la producción de trigo orgánico en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias de la VII Reunión Nacional de Innovación agrícola. Septiembre 10-13, 2012. Querétaro, Querétaro, México. p 27

Cortés, J.J.M. y Ortiz, A.A.A. 2012. Producción de cártamo orgánico: una estrategia para la diversificación agrícola en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias de la VII Reunión Nacional de Innovación agrícola. Septiembre 10-13, 2012. Querétaro, Querétaro, México. p 41

Gaxiola S. 1977. Efecto de diferentes distancias entre surcos sobre la incidencia del hongo *Whetzelimia sclerotiorum* (Lib.) Korf y Dumont Semsu. Agric. Tec. Mex. 4(1):73- 76.

Gómez, T.L., Gómez, C.M.A. y Schwentesius, R.R. 2016. Importancia de la agricultura orgánica y sus bondades para México en el contexto actual. Capítulo 1. Aspectos de Agricultura orgánica. p 1-13.

Gómez C, M., Schwentesius, R.R., Ortigoza, R.J., Gómez, T.L., May, T.V., López R, U.I., Arreola Q, J.A., Noriega, A.G. 2009. Agricultura, Apicultura y Ganadería Orgánicas de México. Estado actual, retos, tendencias. CONACYTCHAPINGO. ISBN:978-607-12-0138-6. México. D.F. 58 p

Flores. P. y Soberanes, M. 2016. Organic Agriculture in Latin America and the Caribbean. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 232

Kumar, S., Bauddh, K., Barman, S.C. and Patrap, S.R. 2014. Amendments of microbial biofertilizers and organic substances reduces requirement of urea and DAP with enhanced nutrient availability and productivity of wheat (Triticum aestivum L.) Elsevier. Ecological Engineering. 71(2014):432-437

Lernoud, J. and Willer, H. 2016. Cereals. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 85.

Mazzoncini, M., Antichi, D., Silvestri, N., Ciantelli, G. and Sgherri, C. 2015. Organically vs conventionally grown winter wheat: Effects on grain yield, technological quality, and on phenolic composition and antioxidant properties of bran and refined flour. Elsevier. Food Chemistry. 175(2015):445-451

Ortiz, A.A.A., Cortés, J.J.J. y Loredo, O.C. 2015. Producción de canola sin el uso de agroquímicos en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XL Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Agosto 31 – Septiembre 04, 2015. San Luis Potosí, S.L.P. México. p 738–741.

Sacco, D., Moretti, B., Monaco, S y Grignani, C. 2015. Six-year transition from conventional to organic farming: effects on crop production and soil quality. European Journal of Agronomy. 69(2015)10-20

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/ Consultado el 14 de julio de 2016.

Vidal, M.V. Camarena, O.E. y Coutiño, E.B: 2016. Manejo agronómico integral-orgánico y su impacto en la producción y productividad del maíz de riego en Nayarit. Memorias del IV Foro Internacional de Agricultura Orgánica. Junio 16-17, 2016. Nuevo Vallarta, Nayarit, México. p 319-323.

PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y MANEJO DE LA COMPETENCIA INTRA ESPECÍFICA EN CÁRTAMO, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Juan Manuel Cortés Jiménez[1], Alma Angélica Ortiz Avalos[1], Gerardo Zazueta Encinas[1], Miguel Rivera Gonzalez[2]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
[1]Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 515, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. (0155) 38718700 Ext. 81210.
[2]Centro Interdisciplinario de Relación Agua, Suelo y Atmósfera, Km. 6.5 Margen Derecha Canal De Sacramento, Gómez Palacio, Durango. C.P. 35150, Tel. (0155) 38718700 Ext.80513
Correo: cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP) reporta siembra de cártamo en los estados de Sonora, Jalisco, Michoacán, Sinaloa, Baja California, Baja California, Sur, Tamaulipas, Chihuahua, San Luis Potosí, Coahuila y Guanajuato. Sonora es el estado de mayor producción de cártamo, representando en promedio de los últimos diez años el 66.2% de la producción nacional con un rendimiento promedio de 2.09 ton ha^{-1}. La principal zona productora de cártamo en el estado de Sonora es el Valle del Yaqui, datos de superficie de siembra del 2006 a 2015 reportan en promedio el establecimiento de 15,406 hectáreas lo cual representan el 54.1% del total que se siembra en el estado con una media en el rendimiento de 2.43 ton ha^{-1} (SIAP, 2016).

El cultivo de cártamo se ve afectado por roya (*Puccina carthami*), mancha foliar (*Alternaria carthami*) y a partir del 2001 por falsa cenicilla (*Ramularia carthami*) (Ramírez *et al.,* 2012).

Las últimas variedades de cártamo tolerantes a la falsa cenicilla se liberaron en el 2010, sin embargo perdieron la tolerancia a los cuatro años (Ochoa *et al.,* 2015). Actualmente se cuenta con líneas de cártamo que se han evaluado tanto en el CENEB-INIFAP como en lotes de agricultores cooperantes para evaluar entre otras cosas el rendimiento y la tolerancia a la falsa cenicilla (*Ramularia carthami*).

Ochoa *et al*, (2015) en el ciclo O-I 2014/2015 evaluaron en el B-912 del Valle del Yaqui, Sonora tres líneas élite de tipo oleico y los testigos comerciales S-518, CIANO OL y Chevy OI, se llevaron a cabo tres aplicaciones de opus en dosis de 1 L ha^{-1}, una preventiva y dos curativas. Tanto las líneas élite como las variedades comerciales fueron afectadas por la falsa cenicilla (*Ramularia carthami*) en daños de rangos de 6 al 10, donde 0 representa cero daño y 10 representa 100% de daño. La variedad comerciales S-518, CHEVY OL y CIANO OL fueron las más susceptible a la falsa cenicilla (*Ramularia carthami*) presentando daños de 10, 9 y 8

respectivamente; las líneas élite presentaron todas un daño de 6. El mayor rendimiento lo presentó la variedad S-518 con 3.609 ton ha^{-1} y el menor CIANO OL con 2.7 ton ha^{-1}.

En otro estudio realizado en CENEB-INIFAP en el ciclo O-I 2013/2014, se evaluaron 20 líneas de tipo oleico y linoleico y las variedades S-518, BACUM 92, RC-1002, S-334 y CIANO OLEICO. No se llevó a cabo ninguna aplicación para enfermedades. Se obtuvo un rendimiento promedio de las 20 líneas y las cinco variedades comerciales de 1.971 ton ha^{-1}, el mayor rendimiento se obtuvo con la línea CC1585-1-2-0Y con 2.535 ton ha^{-1} seguida por la variedad S-518 con 2.396 ton ha^{-1}, sin embargo presentaron un valor de 8 en falsa cenicilla (*Ramularia carthami*) junto con la variedad Bacum´92; donde 0 representa cero daño y 10 representa 100% de daño. El menor rendimiento de 1,660 kg ha^{-1} lo presentó la línea CC1572-1-1-0Y, y esta línea reportó un valor de 2 a la falsa cenicilla (*Ramularia carthami*); la variedad CIANO OLEICO presentó un rendimiento de 1.738 ton ha^{-1} y un valor de 6 de falsa cenicilla (*Ramularia carthami*) (Ochoa *et al.,* 2014).

En el ciclo O-I 2012/2013 en 4 parcelas comerciales de agricultores cooperantes del sur de Sonora, se evaluaron 7 líneas élite de tipo oleico del programa de mejoramiento genético de cártamo del CENEB-INIFAP, y las variedades S-334 y CIANO OLEICO. En unas parcelas se aplicó folicur en dosis de 500 ml ha^{-1} y en otras opus 1 L ha^{-1}; todas presentaron alta susceptibilidad a la falsa cenicilla (*Ramularia carthami*). Los resultados reportaron un rendimiento promedio general de 2.35 ton ha^{-1}, el mayor rendimiento se obtuvo con la línea élite B-1 con un promedio de 2.9 ton ha^{-1}, el menor rendimiento lo reportó la línea CC1582 con un promedio de 2.4 ton ha^{-1} (Montoya *et al.,* 2013).

Como se puede apreciar en todos los estudios descritos anteriormente, se ha presentado la falsa cenicilla (*Ramularia carthami*) tanto en las líneas élite como en las variedades comerciales. Ramírez *et al,* (2012) señalan que temperaturas mayores a 9.2 °C y humedad relativa promedio superior a 73% son suficientes para que la epidemia de desarrolle en una a dos semanas después de presentarse estas condiciones; así mismo, se obtuvo que cuando un factor resulta desfavorable, este puede ser compensado por otro factor, como es el caso de temperaturas de 7.3°C en 2004, que resultaron desfavorables y retardaron 23 días la epidemia, pero la presencia de precipitaciones ligeras y prolongadas de 13.7 mm durante cuatro días, compensaron estas condiciones de temperatura y favorecieron un crecimiento rápido de la epidemia en ese año. Por otra parte, Armenta (2007) citado por Ochoa *et al.,* (2015) menciona que las condiciones que favorecen la incidencia a la falsa cenicilla son días con HR>90% y temperaturas entre 15 y 25°C.

Cuando la falsa cenicilla (*Ramularia carthami*) apareció a nivel internacional y de forma comercial no existía tecnología para la prevención y control de esta enfermedad. El INIFAP en el año 2005 generó esta tecnología utilizando básicamente productos fungicidas; pero esto, involucraba un alto costo tanto por el fungicida, como por la aplicación de estos (Montoya *et al.,* 2013; Quintana *et al*., 2010).

Además de las evaluaciones de líneas élite de cártamo y variedades comerciales en el ciclo O-I 2011/2012 se estableció un estudio de comparación de métodos y densidad de siembra en cártamo. Se evalúo la siembra en 1 y 2 hileras en camas de 1 m de separación y surcos a 80 cm. La densidad de siembra fue de 5, 8, 12, y 15 plantas por metro lineal. Los resultados reportaron rendimiento promedio en siembra de 1 hilera de 2.434 y 1.698 ton ha^{-1} cuando la siembra se llevó a cabo en camas a 1 m de separación y en surcos a 80 cm respectivamente; a 2 hileras los resultados fueron de 2.498 ton ha^{-1} en camas de 1 m de separación y de 1.317 ton ha^{-1} en surcos a 80 cm. En 1 hilera el mayor rendimiento se obtuvo con densidades de media a altas 2.138 y 2.336 ton ha^{-1} con 12 y 15 plantas por metro lineal respectivamente. A 2 hileras el rendimiento respectivo fue de 1.670, 2.145, 1.919 y 2.003 ton ha^{-1} para 5, 8, 12 y 15 plantas por metro lineal (Montoya *et al.,* 2012).

El método de siembra es un tema que siempre es de gran interés para todos los cultivos, uno de los principales factores que afectan el crecimiento y supervivencia de las plantas individuales es la competencia de las plantas vecinas. Las interacciones competitivas entre dos plantas, provocadas por una exigencia compartida de los nutrientes del suelo, el agua o la luz, pueden tener efectos negativos en cualquiera de las plantas por la disminución de la tasa de crecimiento, la supervivencia, la reproducción o el rendimiento de una o ambas plantas (Thilman, 1988). En monocultivos, a medida que aumenta la población disminuye la producción media por planta debido a un incremento de la competencia por los recursos necesarios para el crecimiento (Willey y Heath, 1969). El manejo de la competencia intra específica aparte de ayudar en mejorar los rendimientos de las plantas, ha contribuido al control de enfermedades. Gaxiola (1977), determinó que un mayor espaciamiento entre surcos, fue la mejor estrategia para el control del moho blanco del frijol, lo cual se atribuyó a una mayor aireación y una menor humedad relativa que evitó la proliferación de la enfermedad. La estrategia anterior puede reducir la incidencia de patógenos en cártamo en el Valle del Yaqui, cultivo que es susceptible a *Puccinia carthami*, *Alternaria carthami* y *Ramularia carthami*, (Ramírez *et al*., 20012).

El manejo de la competencia intra específica en el cultivo de cártamo con la variedad CIANO OLEICA, se estudió en el Valle del Yaqui en los ciclos O-I 2011/2012 y 2012/2013. El método de siembra 2x1 y 2x2 (surcos sembrados y sin sembrar) se comparó contra la siembra continua en el cultivo de cártamo con fertilización orgánica. El rendimiento respectivo de cártamo en siembra continua y sistema 2x2 establecido en suelos con 2 años de fertilización orgánica fue de 2.956 y 3.914 ton ha^{-1}. En suelos con 12 años de fertilización orgánica, los resultados reportaron rendimientos de 3.722 y 7.616 ton ha^{-1} para la siembra continua y el sistema 2x2 respectivamente. En suelos con 3 años de fertilización orgánica los rendimientos de cártamo fueron 3.450 ton ha^{-1} en siembra continua, 4.700 ton ha^{-1} en el sistema 2x1 y 4.444 ton ha^{-1} en el sistema 2x2. En todos los casos el sistema 2x1 y 2x2 reportaron mayores rendimientos que la siembra continua. En estas evaluaciones, se destacan los rendimientos obtenidos, ya que se lograron sin el uso de fertilizantes químicos, insecticidas, fungicidas y herbicidas, lo cual generó el interés de seguir estudiando este sistema de producción para determinar la factibilidad de obtener cártamo orgánico en esta región (Cortés y Ortiz, 2015).

Cortés y Ortiz (2012), evaluaron la producción de cártamo sin uso de agroquímicos y reportaron un rendimiento de 3.79 ton ha^{-1} y la producción convencional fue de 3.41 ton ha^{-1}. En el ciclo O-I 2013/2014, se evaluaron dos rotaciones de cultivo para la producción de cártamo en un sistema sin uso de agroquímicos, utilizando la variedad CIANO OLEICA. La rotación trigo-cártamo reportó un rendimiento de 2.680 ton ha^{-1} y la rotación cártamo-cártamo 2.327 ton ha^{-1} (Ortiz y Cortés, 2016). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción orgánica de cártamo, en dos métodos de siembra y con el uso de un fertilizante orgánico certificado bajo las condiciones del Valle del Yaqui, Sonora.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el ciclo O-I 2015/2016, en un suelo de textura arcillosa localizado a 109°55´31.07" Oeste y 27°22´06.41" Norte, en terrenos del Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP. La siembra se realizó el día 28 de noviembre de 2015 con la variedad CIANO OLEICA y una densidad de 20 semillas por metro lineal, en un suelo con una disponibilidad de 46.8 pp de fósforo Bray y 35 kg ha^{-1} de nitrógeno nítrico. El cultivo se estableció sobre humedad para controlar mecánicamente la maleza. Se aplicaron un riego de germinación y 7 riegos de auxilio a los 47, 68, 82, 96, 110, 122 y 132 días después de la siembra. Como fertilizante se utilizó Nutripellet en dosis de 3,200 kg ha^{-1}, aplicado al voleo antes del riego de presiembra y se incorporó al suelo con un paso de cultivadora. El Nutripellet es un fertilizante orgánico granulado formulado a base de gallinaza, cuenta con registro OMRI

nad 5875 con vigencia al 01 de diciembre de 2016, contiene de 2 a 3% de nitrógeno y de 2.5 a 4.0 % de fósforo como P_2O_5. Las plagas y enfermedades que interaccionaron con el cultivo, no rebasaron los umbrales de daño económico, por lo cual no se aplicaron insecticidas ni fungicidas. La unidad experimental fue de cuatro surcos de 110 metros de longitud y la parcela útil de 2 surcos de 3 m de largo a 80 cm. Se evalúo el rendimiento de cártamo al 6% de humedad en un sistema 2x1 dos surcos sembrados y uno sin sembrar y en sistema tradicional de siembra contínua. Se utilizó un diseño de bloques al azar dos tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos se analizaron en MSTATversion 2.10 (Russell D. Freed, MSTAT Director Crop and Soil Sciences Deparment Michigan State University).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico de resultados reportó diferencias significativas entre los métodos de siembra utilizados en el cultivo de cártamo (Cuadro 1). El método de siembra propuesto de dos surcos sembrados y uno sin sembrar superó al método tradicional de siembra contínua. No se observó presencia de enfermedades foliares, aún cuando se aplicaron 7 riegos de auxilio en el sistema 2x1 y 4 riegos en el sistema tradicional.

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de grano en el cultivo de cártamo en dos métodos de siembra con manejo orgánico. CENEB-INIFAP. O-I 2015-2016.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Prob.
Repetición	3	0.43	0.143	1.12	0.4648
Método de siembra	1	4.66	4.659	36.52	0.0091
Error	3	0.38	0.128		
Total	7	5.47			

C.V. 10.67%

El sistema de siembra 2x1 reportó 1.526 ton ha^{-1} más que el sistema de siembra continua cuando se consideró únicamente la unidad de superficie cosechada; ya que al considerar que en el sistema 2x1 queda un surco sin sembrar del total del área cosechada, el valor del rendimiento se ajustó a 2/3 de superficie, por lo que el rendimiento obtenido se multiplicó por 0.66667 y los resultados se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Efecto del método de siembra sobre el rendimiento de grano de cártamo en un sistema de transición hacia la producción orgánica. CENEB-INIFAP O-I 2015-2016.

Tratamientos	Rendimiento de Grano ton ha^{-1}	Rendimiento de Grano 2/3 de producción ton ha^{-1}
Siembra continua	2.586 b	2.586
2x1	4.112 a	2.741
Media	3.349	2.664

DMS (0.05) = 0.804

Se puede observar que aún con el ajuste de dos tercios del área el sistema 2x1 reportó 155 kg ha^{-1} más que el sistema de siembra continua (Cuadro 2). En un análisis económico de los resultados, el surco que no se siembra no se debería de fertilizar ni regar, por lo cual los costos son menores que en el sistema tradicional. Para estudios futuros, es necesario evaluar el fertilizante orgánico en aplicación en banda, para disminuir dosis y costos.

CONCLUSIONES

La producción orgánica de cártamo en el sistema de dos surcos sembrados y uno sin sembrar es factible en el Valle del Yaqui, Sonora. Es necesario cuantificar la dosis de fertilizante que optimiza la producción de cártamo en base a la relación beneficio-costo.

Es necesario definir variables como la humedad relativa en ambos sistemas y el nivel de infección de las enfermedades más comunes en este cultivo, para asociar de manera feasciente las ventajas del método de siembra en el control de enfermedades con independencia de su efecto en la competencia intra específica.

BIBLIOGRAFIA

Cortés, J.J.M. y A.A. Ortiz, A. 2012 Producción de cártamo orgánico: una estrategia para la diversificación agrícola en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias de la VII Reunión Nacional de Innovación Agrícola. Septiembre 10-14, 2012. Querétaro, Querétaro, México. p 41.

Cortés, J.J.J. y Ortiz, A.A.A. 2015. Manejo de la competencia intra específica, en la producción de cultivos sin el uso de agroquímicos, en el Valle del Yaqui, Sonora. Capítulo de Libro Científico: Agricultura sostenible una transición desde lo tradicional. 1ª Edición. p 127-142.

Gaxiola S. 1977. Efecto de diferentes distancias entre surcos sobre la incidencia del hongo *Whetzelimia sclerotiorum* (Lib.) Korf y Dumont Semsu. Agric. Tec. Mex. 4(1):73- 76.

Montoya, C.L., Ochoa, E.X.M., Aguilera, M.N., Ávila, C.E. y Borbón, G.A. 2013. Validación de líneas élite de cártamo de tipo oleico en el sur de Sonora. Memorias del XVI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Octubre 24-25, 2013. Mexicali, B.C., México. p 420-423.

Montoya, C.L., Ochoa, E.X.M., Borbón, G.A., Cota, B.C.I. y Valenzuela, B.J.R. 2012. Comportamiento del cultivo de cártamo bajo diferentes densidades y métodos de siembra en el sur de Sonora. Memorias del XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Octubre 25-26, 2012. Mexicali, B.C., México. p 1110-1113.

Ochoa, E.X.M., Aguilera, M.N., Montoya, C.L., Borbón, G.A, Ávila, C.E. y Cota, R.C. 2015. Validación de líneas élite y variedades de cártamo en el sur de Sonora. Memorias del XVIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Octubre 29-30, 2015. Mexicali, B.C., México. p 789-795.

Ochoa, E.X.M., Aguilera, M.N., Montoya, C.L., Borbón, G.A., Ávila, C.E. y Pérez, M.J. 2014. Validación de líneas élite y variedades de cártamo en el sur de Sonora. Memorias del XVIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Octubre 29-30, 2015. Mexicali, B.C., México. p 526-530.

Ortiz, A.A.A. y Cortés, J.J.M. 2016. Rotación de cultivos para cártamo libre de agroquímicos, en el período de transición para la certificación orgánica. Memorias del IV Foro Internacional de Agricultura Orgánica. Junio 16-17, 2016. Nuevo Vallarta, Nayarit, México. p 358-362.

Quintana, O. E.D., M. Plasencia, J., A. Burgos, H., J.C. Guerrero, R., N.V. Parra, V. y M.O. Cortez, R. 2010. Extracto metanólico de Datura stramonium para el control in vitro e in vivo de Ramularia cercosporelloides, agente causal de la falsa cenicilla del cártamo (*Carthamus tinctorius*). Revista mexicana de micología 31:19-27.

Ramírez, A. J. A., Cabrera, C.F., Montoya, C.L. y Valenzuela, B.J.R. 2012. Niveles de infección e intervalos para aplicaciones en el control de la falsa cenicilla del cártamo (*Ramularia carthami*). Folleto técnico No. 89. CIRNO-CENEB. Cd. Obregón, Sonora. Diciembre de 2012. 32 p

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/ Consultado el 14 de julio de 2016.

Thilman, D. 1988. Plant Strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities. Monographs in Population Biology 26. Princeton University Press. 360 p.https://books.google.com.mx/books princeton? hl=en&q=&vid=ISBN9780691084893. Consultado el 2 de julio de 2015.

Willey, R.W. and Heath S.B. 1969. The quantitative relationship between plant population and crop yield. Advances in Agronomy 21: 281-321.

EVALUACIÓN DE DOS GENOTIPOS DE GIRASOL Y UN FERTILIZANTE ORGÁNICO CERTIFICADO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Alma Angélica Ortiz Avalos[1], Juan Manuel Cortés Jiménez[1] , Gerardo Zazueta Encinas[1], Miguel Rivera González[2]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
[1]Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 515, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. (0155) 38718700 Ext. 81210.
[2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria RASPA, Gómez Palacio, Durango.
Correo: cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Existe un marcado aumento en la producción orgánica a nivel mundial. Para 1999 Willer y Yussefi (2000) reportaron 73 países con este tipo de producción en una superficie de 10.55 millones de hectáreas. En 2014, la agricultura orgánica era practicada en 172 países en una superficie de 43.7 millones de hectáreas; lo que indica que la superficie orgánica casi se cuadruplicó en 15 años (Lernoud y Willer, 2016). Los países con más superficie orgánica son Australia, Argentina y Estados Unidos con 17.2, 3.1 y 2.2 millones de hectáreas respectivamente. México ocupa la posición 17 en superficie dedicada a la producción orgánica con 501,364 hectáreas y el tercer lugar por número de productores dedicados a esta actividad con 169,703 productores (Willer y Lernoud, 2016). En México, el orgánico es el subsector agrícola más dinámico, pues aumentó la superficie cultivada orgánicamente de 21,265 hectáreas en 1996 a 501,364 hectáreas en 2014, lo cual indica que en este sistema de producción el crecimiento anual es de 19.2% en los últimos 18 años (Figura 1).

La producción de cultivos orgánicos en México se concentra en nueve grupos, de mayor a menor superficie de producción se tiene: café, frutas tropicales, vegetales, cocoa, cítricos, uvas, cereales, oleaginosas y frutas de clima templado. Es importante señalar que México es el principal productor de café orgánico, la superficie que se cultiva en México es de 242,603 hectáreas, representando el 32% de la superficie mundial que es de 762,916 hectáreas (Willer and Lernoud, 2016).

En octavo lugar de producción de cultivos orgánicos en México se tiene al grupo de oleaginosas. A nivel mundial, el cultivo de oleaginosas orgánicas ocupa una superficie de 983,926 hectáreas. Los países con mayor superficie de oleaginosas orgánica son China, India, Kazajstán, Estados Unidos, Ucrania y Canadá. Casi 40% de la superficie de semillas oleaginosas orgánicas es para la soja y el otro 20% es para las semillas de girasol y de colza. México cuenta con una superficie de 2,265 hectáreas establecidas con oleaginosas orgánicas,

destacando en primer lugar el cártamo (Willer and Lernoud, 2016). En el último estudio que se realizó sobre el estado actual, retos y tendencias de la agricultura orgánica en México, el girasol no figura dentro de los cultivos reportados como orgánicos (Gómez *et al.,* 2009).

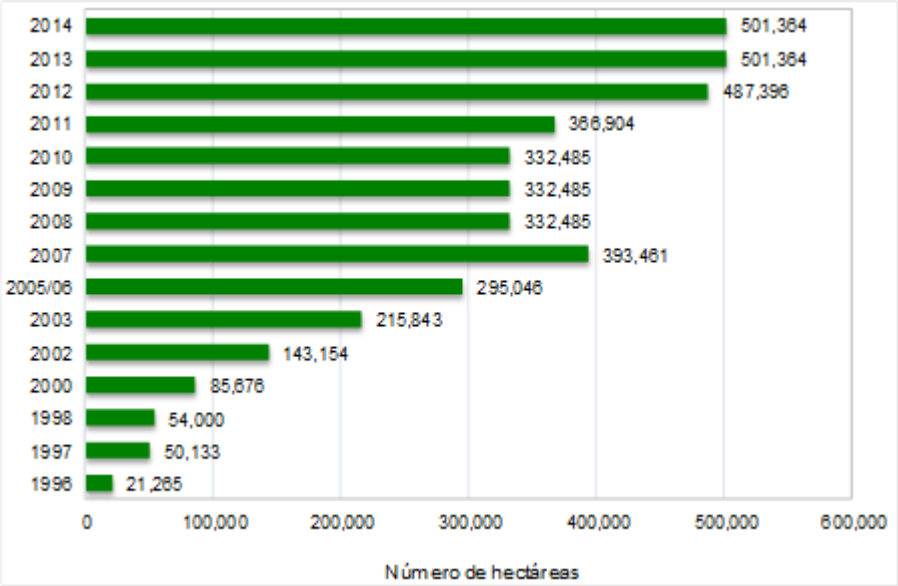


Figura 1. Evolución de la superficie de producción orgánica en México, 1996-2014.

Fuente: (Willer y Yussefi, 2000; 2001); (Haumann, 2003); (Yuseffi, 2004;2005/2006); (Willer, 2008); (Willer y Klicher, 2009;2010;2011); (Willer y Lernoud, 2012;2013); (Willer *et al*., 2014); (Lernourd y Willer, 2015;2016).

En el Valle del Yaqui, para el ciclo O-I 2013/2014 no se reportó siembra comercial de girasol. En el ciclo 2014/2015 se establecieron 12 hectáreas y 222 ha en el ciclo 2015/2016 (CESAVE, 2016). Castillo y Cantúa (2013) evaluaron el rendimiento de ocho genotipos: OLISUN4, V60396, EXP OL3, MH 7240, DEKASOL4045, y como testigos OLISUN2 y SIERRA, en tres fechas de siembra en el ciclo O-I 2011/2012. Las fechas de siembra fueron: 1 de diciembre, 2 de enero y 4 de febrero en donde obtuvó un rendimiento promedio de 2.737, 2.558 y 2.202 ton ha^{-1} respectivamente. En la primera y segunda fecha de siembra el mayor rendimiento se obtuvo con la variedad OLISUN4 y el menor con los testigos OLISUN2 y SIERRRA respectivamente. La tercera fecha de siembra reportó el mayor rendimiento con V60396 y el menor con el testigo SIERRA. El objetivo del presente trabajo fue evaluar dos híbridos de girasol en un sistema con manejo orgánico y dos niveles de aplicación de un fertilizante orgánico certificado.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó durante el ciclo agrícola O-I 2015-2016 en las instalaciones del Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP, en un suelo clasificado regionalmente como

textura arcillosa con una disponibilidad de 46.8 ppm de fósforo Bray y 35 kg ha^{-1} de nitrógeno nítrico. Se evalúo el rendimiento de girasol en un sistema de manejo orgánico. La siembra se realizó el 28 de noviembre del 2015 con una densidad de 9 semillas por metro lineal de los genotipos Ausigold 62 y Hornet CL. Se aplicó un riego de germinación y 7 riegos de auxilio el 14 de enero, 4 de febrero, 18 de febrero, 3 de marzo, 17 de marzo, 29 de marzo y el 8 de abril. Se evalúo la respuesta de los dos genotipos de girasol a la fertilización con 1,500 y 3,200 kg ha^{-1} de Nutripellet, el cual es un fertilizante orgánico granulado formulado a base de gallinaza, cuenta con registro OMRI nad 5875 con vigencia al 01 de diciembre de 2016. En el Cuadro 1 se describe la composición del fertilizante orgánico.

Cuadro 1. Información del fertilizante orgánico Nutripellet.

Descripción	Valor	Descripción	Valor
pH (1:5 H_2O destilada)	6-7	Potasio (K_2O) %	3-4
C.E (dS/m) (1:5 H_2O destilada)	10-12	Calcio %	11-16
Densidad ($g/cm^{3)}$	0.7-0.9	Sodio %	1-1.5
Humedad %	12-18	Magnesio %	1-1.6
Cenizas %	50-55	Fierro %	0.4-1
Relación C/N	11-13	Zinc (ppm)	400-700
Materia Orgánica %	40-45	Cobre (ppm)	60-90
Nitrógeno Total %	2-3	Manganeso (ppm)	450-800
Fósforo (P_2O_5) %	2.5-4.0	Boro (ppm)	40-100
Azufre (S-SO_4) %	0.5-1.5		

El fertilizante orgánico se aplicó al voleo antes del riego de presiembra y se incorporó al suelo con un paso de cultivadora. No se aplicaron herbicidas, insecticidas ni fungicidas. El sistema de siembra utilizado fue de dos surcos sembrados y uno sin sembrar, lo cual tiene como objetivo reducir la competencia intra específica, regar y fertilizar uno de cada tres surcos (Figura 2). La unidad experimental fue de 2 surcos de 110 m de longitud y la parcela útil fue de 2 surcos de 3 m de largo a 80 cm de separación. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones, donde la parcela mayor fue la dosis de nutripellet y la menor los genotipos de girasol. La variable evaluada fue el rendimiento de grano al 6% de humedad. Los datos se analizaron en MSTAT version 2.10 (Russell D. Freed, MSTAT Director Crop and Soil Sciences Deparment Michigan State University).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de grano reportó diferencias significativas entre dosis de fertilizante aplicado y entre genotipos (Cuadro 1). La media de los tratamientos y variedades se reportan en el Cuadro

2. El tratamiento fertilizado con 3,200 kg ha^{-1} de Nutripellet superó con 318 kilos por hectárea al tratamiento fertilizado con la dosis de 1,500 kg ha^{-1}. La variedad Ausigold 62 reportó respuesta a una mayor fertilización. La variedad Hornet CL mostró un rendimiento similar en las dosis de fertilizante orgánico. En promedio la variedad Hornet CL reportó 244 kilos por hectárea más que la variedad Ausigold 62. El precio por tonelada a la cosecha fluctuó de 350 a 380 dólares, mas un apoyo a la comercialización de $5,000 por hectárea. El costo del nutripellet fue de $2,800 pesos por tonelada, mas el costo de la aplicación.

Cuadro 1. Análisis de varianza para las variable rendimiento de grano de girasol en un sistema de manejo orgánico. CENEB-INIFAP. Ciclo O-I 2015/2016.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Prob.
Variedades (A)	1	0.236	0.236	6.3914	0.0448
Error	6	0.222	0.037		
Dosis (B)	1	0.403	0.403	8.0548	0.0296
AB	1	0.180	0.180	3.6068	0.1063
Error	6	0.300	0.050		
Total	15	1.342			
C.V. 9.34%					

Cuadro 2. Rendimiento de girasol en función del genotipo y la dosis de nutripellet en un sistema de manejo orgánico. CENEB-INIFAP. Ciclo O-I 2015/2016.

Nutripellet kg ha^{-1}	Rendimiento ton ha^{-1}		Media
	Ausigold 62	Hornet CL	
1,500	2.008	2.464	2.236 b
3,200	2.538	2.569	2.554 a
Media	2.273 b	2.517 a	

Tukey 0.05 (genotipos) = 0.235 Tukey 0.05 (Dosis) = 0.274

El rendimiento promedio obtenido por unidad de superficie cosechada en ambas variedades se reporta entre los rendimientos obtenidos para girasol en el Valle del Yaqui, Sonora (Castillo y Cantúa, 2013). Sin embargo, al considerar que el sistema de siembra fue con el método de dos surcos sembrados y uno sin sembar, al final el rendimiento se ajustó a 2/3 de superficie, por lo que el rendimiento obtenido se multiplicó por 0.66667 y los resultados se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Rendimiento de girasol en función del genotipo y la dosis de nutripellet, en un sistema de manejo orgánico y ajustado el valor de rendimiento a 2/3 de superficie sembrada. CENEB-INIFAP. Ciclo O-I 2015/2016.

Dosis kg ha^{-1}	Rendimiento ton ha^{-1}		Media
	Ausigold 62	Hornet CL	
1,500	1.339	1.643	1.491
3,200	1.692	1.713	1.702
Media	1.515	1.678	

Para un análisis económico de los resultados, se debe considerar que en los surcos que no se siembran, es factible eliminar la totalidad de los insumos, incluido el fertilizante, los insecticidas, la semilla y el agua de riego.

CONCLUSIONES

El genotipo Hornet CL de ciclo precoz, tuvo un mayor rendimiento que el genotipo Ausigold 62 de ciclo intermedio. La dosis de 3,200 kg ha^{-1} de nutripellet superó estadísticamente a la dosis de 1,500 kg ha^{-1}. No existió interacción entre los factores evaluados.

En el Valle del Yaqui, es factible establecer el girasol en un sistema de producción orgánica, por lo cual se debe evaluar en manejo orgánico a los mejores genotipos utilizados en el manejo convencional.

BIBLIOGRAFIA

Castillo, T.N. y Cantúa, A.J.A. 2013. Cultivos de bajo consumo de agua y tolerantes a bajas temperaturas. Publicación especial No. 20. Centro de Investigación Regional del Noroeste CIRNO-INIFAP-CENEB. Cd. Obregón, Sonora, México. Abril de 2013. p 32.

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Sonora, 2015. Disponible en: http://www.cesaveson.com/ (Consultado el día 6 de julio de 2016.).

Gómez C, Ma., Schwentesius, RR., Ortigoza, RJ., Gómez, TL., May, TV., López R, UI., Arreola Q, JA., Noriega, AG. 2009. Agricultura, Apicultura y Ganadería Orgánicas de México. Estado actual, retos, tendencias. CONACYTCHAPINGO. ISBN:978-607-12-0138-6. México. D.F. 58 p

Haumann, B. 2003. North America. Development and State of Organic Agriculture World-wide. Statistics and Future Prospects. p 114.

Lernoud, J. and Willer, H. 2016. Current statistics on Organic Agriculture Worlwide: Organic Area, Producers, Market and Selected Crops. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2015. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 37,48,236,279.

Lernoud, J. and Willer, H. 2016. Current statistics on Organic Agriculture Worlwide: Organic Area, Producers, Market and Selected Crops. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 40, 245.

Lernoud, J. and Willer, H. 2016. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 23,24,108,109.

Willer, H. 2008. Anexos. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2008. p 219.

Willer, H. And Lernoud, J. 2012. Current statistics on Organic Agriculture Worlwide: About. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2012. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 40

Willer, H. And Lernoud, J. 2013. Current statistics on Organic Agriculture Worlwide: Organic Area, Producers and Market. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2013. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 42, 60, 320

Willer, H., Lernoud, J. and Schlatter, B. 2014. Current statistics on Organic Agriculture Worlwide: Organic Area, Producers and Market. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2014. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 39,283

Willer, H. And Klicher, L. 2009. Anexos. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2009. p 277

Willer, H. And Klicher, L. 2010. Anexos. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2010. p 219

Willer, H. And Klicher, L. 2011. Anexos. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011. p 238

Willer, H. and Yussefi, M. 2000. Organic Agriculture World-Wide. Statistics and Perspectives. Stiftung Ökologie & Landbau. - Bad Dürkheim : SÖL, 2000. p 17.

Willer, H. and Yussefi, M. 2000. Organic Agriculture World-Wide. Statistics and Perspectives. Stiftung Ökologie & Landbau. - Bad Dürkheim : SÖL, 2000. p 19.

Willer, H. and Yussefi, M. 2001. Organic Agriculture World-Wide. Statistics and Perspectives. Stiftung Ökologie & Landbau. - Bad Dürkheim : SÖL, 2000. p 23

Yussefi, M. 2004. Development and State of Organic Agriculture Worldwide. The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends-2004. p 15.

Yussefi, M. 2005/2006. Organic Agriculture by Continent. The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends-2004. p 15.

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA DE CÁRTAMO CON NUTRIPELLET, EN UN SISTEMA SIN AGROQUÍMICOS EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Alma Angélica Ortiz Avalos[1], Juan Manuel Cortés Jiménez[1], Gerardo Zazueta Encinas[1], Miguel Rivera Gonzalez[2]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
[1]Campo Experimental Valle del Yaqui. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 515, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. (0155) 38718700 Ext. 81210.
[2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria RASPA, Gómez Palacio, Durango.
Correo: cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En septiembre de 2005 en Adelaida, Australia, la asamblea general de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica IFOAM por sus siglas en inglés, aprobó una moción para establecer una definición de Agricultura Orgánica. Después de casi tres años, un grupo de trabajo designado por la IFOAM adoptó en Vignolia, Italia una definición que refleja los cuatro principios de la agricultura orgánica de la siguiente manera: "La agricultura orgánica es un sistema de producción que mantiene la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, en lugar de la utilización de insumos con efectos adversos. La agricultura orgánica combina tradición, innovación y ciencia para beneficiar al medio ambiente compartido y promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los involucrados (IFOAM, 2005).

Para el año 2014, la agricultura orgánica es practicada en 172 países en una superficie de 43.7 millones de hectáreas de productos agrícolas y 37.6 millones de hectáreas de productos no agrícolas en donde destaca la recolección silvestre, acuacultura y ganadería orgánicas. Los países con más superficie de producción orgánica son Australia con 17.2 millones de hectáreas, Argentina con 3.1 millones de hectáreas y Estados Unidos con 2.2 millones de hectáreas. México ocupa la posición número diecisiete con una superficie de 501,364 millones de hectáreas de producción agrícola y 30,364 de recolección silvestre (Willer y Lernoud, 2016). En México, el sector orgánico es el subsector agrícola más dinámico, pues ha aumentado su superficie cultivada orgánicamente de 21,265 hectáreas en 1996 a 501,364 hectáreas en 2014, lo cual indica que en este sistema de producción el crecimiento anual es de 19.2% en los últimos dieciséis años (Figura 1).

La producción de cultivos orgánicos de México se concentra en nueve grupos, de mayor a menor superficie de producción se tiene: café, frutas tropicales, vegetales, cocoa, cítricos, uvas,

cereales, oleaginosas y frutas de clima templado. Es importante señalar que México es el principal productor de café orgánico, la superficie que se cultiva en México es de 242,603 hectáreas, representando el 32% de la superficie mundial que es de 762,916 hectáreas (Willer y Lernoud, 2016).

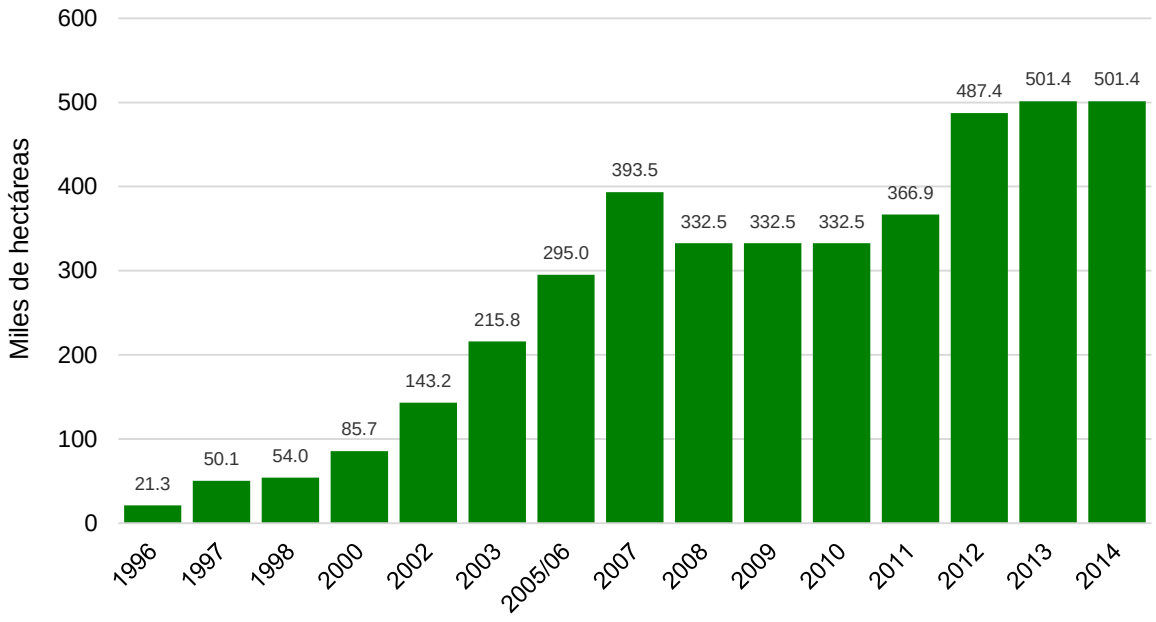


Figura 1. Evolución de la superficie de producción orgánica en México, 1996-2014.

En octavo lugar de producción de cultivos orgánicos en México, se tiene al grupo de las oleaginosas. A nivel mundial, el cultivo de oleaginosas orgánicas ocupa una superficie de 983,926 hectáreas. Los países con mayor superficie de oleaginosas orgánicas son China, India, Kazajstán, Estados Unidos, Ucrania y Canadá. Casi el 40% de la superficie de semillas oleaginosas orgánicas es soja y el otro 20% es para girasol y colza. México cuenta con una superficie de 2,265 hectáreas establecidas con oleaginosas orgánicas, destacando en primer lugar el cártamo (Willer and Lernoud, 2016). No se tiene información de girasol orgánico.

En el Valle del Yaqui, la siembra de girasol es incipiente, hay muy poca información de girasol convencional. Para el ciclo O-I 2013/2014 no se reportó siembra alguna de girasol en la región, para el ciclo 2014/2015 se establecieron 12 hectáreas y 222 en el ciclo 2015/2016 (CESAVE, 2016). Castillo y Cantúa (2013) evaluaron el rendimiento de ocho variedades de girasol: $OLISUN_4$, V60396, EXP OL_3, MH 7240, $DEKASOL_{4045}$, y como testigos $OLISUN_2$ y SIERRA, en tres fechas de siembra para el ciclo O-I 2011/2012. Las fechas de siembra fueron primero de diciembre, dos de enero y cuatro de febrero en donde obtuvieron un rendimiento promedio de 2.474, 2.249 y 2.029 ton ha^{-1} respectivamente. En la primera y segunda fecha de siembra el

mayor rendimiento se obtuvo con la variedad OLISUN$_4$ y el menor con los testigos OLISUN$_2$ y SIERRRA respectivamente. La tercera fecha de siembra reportó el mayor rendimiento con V60396 y el menor con el testigo SIERRA. El objetivo de la presente evaluación es evaluar la producción del girasol en un sistema libre de agroquímicos y comparar su rendimiento con el girasol convencional.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP, durante el ciclo otoño-invierno 2015/2016 en un suelo arcilloso con 46.8 ppm de P Bray P1 y 35 kg ha^{-1} de nitrógeno nítrico. No se aplicó fertilización nitrofosfatada. Se evaluó la respuesta del cártamo a la fertilización orgánica con 1500 y 3200 kg ha^{-1} del producto Nutripellet, el cual es un fertilizante orgánico granulado formulado a base de gallinaza. Cuenta con registro OMRI nad 5875 con vigencia al 01 de diciembre de 2016. En el Cuadro uno se describe la composición del fertilizante orgánico.

Cuadro 1. Características del fertilizante orgánico certificado Nutripellet según ficha técnica.

Descripción	Valor	Descripción	Valor
pH (1:5 H_2O destilada)	6-7	Potasio (K_2O) %	3-4
C.E (dS/m) (1:5 H_2O destilada)	10-12	Calcio %	11-16
Densidad (g/cm$^{3)}$	0.7-0.9	Sodio %	1-1.5
Humedad %	12-18	Magnesio %	1-1.6
Cenizas %	50-55	Fierro %	0.4-1
Relación C/N	11-13	Zinc (ppm)	400-700
Materia Orgánica %	40-45	Cobre (ppm)	60-90
Nitrógeno Total %	2-3	Manganeso (ppm)	450-800
Fósforo (P_2O_5) %	2.5-4.0	Boro (ppm)	40-100
Azufre (S-SO_4) %	0.5-1.5		

El fertilizante orgánico se aplicó al voleo antes del riego de presiembra y se incorporó al suelo con un paso de cultivadora. No se aplicaron herbicidas, insecticidas ni fungicidas. La siembra se llevó a cabo el 28 de noviembre de 2015 con la variedad CIANO OLÉICA, en surcos a 80 cm de separación con . Se aplicó un riego de presiembra y cuatro riegos de auxilio. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 6 surcos de 110 metros de longitud y se cosechó como parcela útil dos surcos de 2 metros de largo. Las variables evaluadas fueron el rendimiento de grano al 12% de humedad, la biomasa y el peso

hectolítrico. Los datos se analizaron en MSTAT (Russell D. Freed, MSTAT Director Crop and Soil Sciences Deparment Michigan State University).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de grano y el peso de capítulo del cultivo de girasol, reportaron diferencias significativas en la dosis de fertilizante aplicado y entre variedades. El peso hectolítrico reportó diferencias significativas entre variedades y el número de plantas en la dosis de fertilizante aplicado (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de grano, biomasa y peso hectolítrico de cártamol en un sistema de manejo orgánico. CENEB-INIFAP. O-I 2015/2016.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Prob.
Rendimiento de grano					
Repeticiones	3	0.01	0.002	0.20	0.8935
Tratamientos	1	4.17	4.172	389.21	0.0003
Error	3	0.03	0.011		
Total	7	4.21			
C.V. 5.14%					
Biomasa					
Repeticiones	3	3.9	1.300	1.15	0.4561
Tratamientos	1	135.4	135.400	119.60	0.0016
Error	3	3.4	1.132		
Total	7	142.7			
C.V. 10.16%					
Peso hectolítrico					
Repeticiones	3	3.11	1.035	4.97	0.1104
Tratamientos	1	0.40	0.405	1.94	0.2576
Error	3	0.62	0.208		
Total	7	4.14			
C.V. 0.85%					

La mayor dosis de Nutripellet superó con 1.44 ton ha^{-1} (Cuadro 2). El rendimiento promedio de ambas variedades se reporta entre los rendimientos obtenidos para girasol en el Valle del Yaqui, Sonora reportados por Castillo y Cantúa (2013); sin embargo es preciso evaluar en el sistema libre de agroquímicos las variedadades más rendidoras en el sistema convencional. El peso del capítulo reportó mayor rendimiento con la mayor dosis de fertilización y con la variedad Hunet CL (Cuadro 3).

Cuadro 2. Dosis de Nutripellet y rendimiento de cártamo. CENEB-INIFAP

Nutripellet kg ha^{-1}	Rendimiento ton ha^{-1}	Biomasa ton ha^{-1}	Peso hectolítrico kg hl^{-1}
1500	1.294 b	6.354 b	54.150 a
3200	2.738 a	14.582 a	53.700 a
dms 0.05=	0.233	2.394	1.027

CONCLUSIONES

El rendimiento de cártamo sin uso de agroquímicos se mantuvo en el rango del cártamo convencional evaluado en el Valle del Yaqui, con lo cual se concluye que es posible establecer este cultivo en un sistema de producción orgánica.

BIBLIOGRAFIA

Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica, IFOAM. 2005. Definition of organic agriculture. Disponible en: https://www.ifoam.bio/en/organic-landmarks/definition-organic-agriculture. (Consultado el día 6 de Julio de 2016).

Castillo, T.N. y Cantúa, A.J.A. 2013. Cultivos de bajo consumo de agua y tolerantes a bajas temperaturas. Publicación especial No. 20. Centro de Investigación Regional del Noroeste CIRNO-INIFAP-CENEB. Cd. Obregón, Sonora, México. Abril de 2013. p 32.

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Sonora, 2015. Disponible en: http://www.cesaveson.com/ (Consultado el día 6 de julio de 2016.).

Research Institute of Organic Agriculture FiBL & IFOAM – Organics International., 2016. The world of organic agriculture, statistics & emerging trends 2016. 333 p. Disponible en: http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2016/pdf.html (Consultado el día 04 de abril de 2016).

Willer, H. and Lernoud, J. (2016). Organic Agriculture 2016: Key Indicators and Top Countries The World of Organic Agriculture, in: The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn. Pag 23.

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE TRIGO Y UN FERTILIZANTE ORGÁNICO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Alma Angélica Ortiz Avalos[1], Juan Manuel Cortés Jiménez[1], Zazueta Encinas Gerardo[1], Miguel Rivera Gonzalez[2]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
[1]Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 515, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. (0155) 38718700 Ext. 81224.
[2]Centro Interdisciplinario de Relación Agua, Suelo y Atmósfera, Km. 6.5 Margen Derecha Canal De Sacramento, Gómez Palacio, Durango. C.P. 35150, Tel. (0155) 38718700 Ext.80513
Correo: ortiz.alma@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El estado de Sonora ocupa el primer lugar en superficie de trigo establecida en México. En promedio de los últimos diez años, se han establecido 291,256.83 hectáreas de las 589,881.61 a nivel nacional (SIAP, 2016). En el sur de Sonora comprendido por las regiones de Cajeme, Navojoa, Benito Juárez, Etchojoa, Bacúm, San Ignacio Río Muerto, Huatabampo, Guaymas y Empalme; se establece el 89% del trigo sembrado en Sonora, con un rendimiento promedio de los últimos diez años de 5.97 ton ha^{-1} con un valor máximo y mínimo de 6.82 y 4.93 ton ha^{-1} respectivamente y un valor de producción para el año 2015 de $2,989,567.23 pesos (SIAP, 2016).

De los diez años evaluados, el rendimiento más bajo de trigo se reportó el ciclo 2014/2015, la baja en rendimiento se atribuyó a la baja cantidad de horas frío acumuladas. En el ciclo 2015-16, se analizó la disponibilidad de fósforo en 12 módulos demostrativos de trigo y se encontró que cinco módulos presentaron una baja disponibilidad de este elemento, situación que puede ser el factor más limitante de la producción, independientemente del pronóstico de clima (Cortés *et al.,* 2016).

Con un buen manejo agronómico, en el Valle del Yaqui se ha producido trigo orgánico. Cortés y Ortiz (2012) evaluaron la producción de trigo orgánico en rotación trigo-trigo, la producción orgánica reportó un rendimiento 8.030 ton ha^{-1} y la convencional 7.139 ton ha^{-1}. En la rotación trigo-abono verde vs trigo-descanso de la tierra, la segunda rotación reportó el mayor rendimiento (Cortés y Ortiz, 2015). En rotación trigo-algodón vs trigo-descanso de la tierra, también resultó más beneficioso el descanso de la tierra (Ortiz y Cortés, 2015). En rotación con garbanzo y canola, el trigo reportó rendimientos de 6.721 y 6.995 ton ha^{-1} respectivamente (Ortiz y Cortés, 2016). En manejo orgánico la variedad CIRNO de trigo duro superó en rendimiento a tres variedades de trigo harinero, Norman, Borlaug 100 y Tepahui, y la variedad de triticale Bicentenario. Borlaug 100 superó al Triticale y a Tepahui (Cortés y Ortiz, 2015).

La contribución ambiental de la agricultura orgánica radica en ser una de las pocas actividades que permite contribuir a la mitigación del cambio climático, al almacenar carbono en los suelos, reducir el consumo de energía en las actividades agrícolas, cuidado del agua y del recurso suelo; además de ofrecer un espacio libre de agrotóxicos para productores y jornaleros, y brindar alimentos sanos para el autoconsumo y los consumidores nacionales e internacionales (Gómez *et al.,* 2016). El objetivo de la presente evaluación fue evaluar el comportamiento de las variedades Tepahui y Borlaug 100 en un sistema de manejo orgánico.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones del Campo Experimental Norman E. Borlaug-CIRNO-INIFAP, durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2015/2016, en un suelo de textura arcillosa con una disponibilidad de 46.8 ppm de fósforo Bray y 35 kg ha^{-1} de nitrógeno nítrico. La fecha de siembra fue el día 27 de octubre del 2015, sobre humedad a 2 hileras y surcos a 80 cm de separación, para facilitar el control mecánico de la maleza. Se establecieron tres tratamientos de fertilización orgánica con 0, 1.5 y 3.2 ton ha^{-1} respectivamente de Nutripellet. El Nutripellet es un fertilizante orgánico granulado formulado a base de gallinaza, cuenta con registro OMRI nad 5875 con vigencia al 01 de diciembre de 2016, contiene de 2 a 3% de nitrógeno y de 2.5 a 4.0 % de fósforo como P_2O_5. Los tratamientos de fertilización se evaluaron en dos variedades de trigo harineras Tepahui y Borlaug 100 con una densidad de semilla de 126 kg ha^{-1} y 117 kg ha^{-1} respectivamente. Se llevaron a cabo un riego de germinación y 4 riegos de auxilio a los 48, 69, 83 y 102 días después de la siembra respectivamente. Se utilizó semilla sin tratamiento con fungicida, la maleza se controló mecánicamente y con dos deshierbes manuales. No se aplicaron insecticidas, fungicidas ni herbicidas. La variable a evaluar fue el rendimiento de grano al 12% de humedad. La unidad experimental fue de 4 surcos de 110 metros de longitud y la parcela útil de dos surcos por tres metros de longitud, equivalentes a 4.8 m^2. El diseño estadístico fue de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones. La parcela mayor correspondió a las dosis de nitrógeno y la menor a las variedades. Los datos se analizaron en MSTAT versión 2.10 de la Universidad de Michigan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se reportaron diferencias estadísticas entre las variedades y en la interacción variedad por dosis de fertilizante orgánico (Cuadro 1). La variedad Borlaug superó a Tepahui, sin, embargo, Tepahui se acamó en la dosis de 3,200 kg de nutripellet, lo cual es un indicador de que la dosis

de 3.2 ton del fertilizante orgánico fue suficiente para alcanzar el potencial de rendimiento de esta variedad, lo cual no aplica para la variedad Borlaug, la cual superó a Tepahui en todos los tratamientos de fertilizante orgánico, mostrando una buena estabilidad tanto en bajos como en altos niveles de fertilización.

Cuadro 1. Análisis de varianza para el rendimiento de grano en trigo con tres dosis de fertilización orgánica. CENEB-INIFAP. Ciclo O-I 2015/2016

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Prob.
Repetición	3	0.220	0.073	0.4473	
Variedades	1	5.887	5.887	35.8739	0.0093
Error	3	0.492	0.164		
Dosis	2	1.476	0.738	3.1062	0.0818
AB	2	4.574	2.287	9.6274	0.0032
Error	12	2.851	0.238		
Total	23	15.500			
C.V. 10.53%					

La variedad Borlaug 100 superó con 24.4% el rendimiento de Tepahui (Cuadro 2), estas mismas diferencias en rendimiento las reportaron Cortés y Ortiz (2015), donde Borlaug 100 superó en un 22.9% a Tepahui en un sistema libre de agroquímicos con fertilización residual.

Cuadro 2. Respuesta de dos variedades de trigo harinerox al manejo orgánico. CENEB-INIFAP. Ciclo O-I 2015/2016

Nutripellet ton/ha	Rendimiento ton/ha		Media
	Tepahui	Borlaug 100	
0	3.338 b	5.608 a	4.473 a
1.5	4.240 b	4.588 ab	4.414 a
3.2	4.777 a	5.175 a	4.976 a
Media	4.118 b	5.124 a	

Tukey 0.05 (Variedades) = 0.69; Tukey 0.05 (Variedades*Dosis) = 0.92

El mayor peso volumétrico se obtuvo en la variedad Tepahui con 78.58 kg hl^{-1} contra 77.95 kg hl^{-1} que reportó Borlaug 100; sin embargo no hubo diferencias significativas. La producción de biomasa (grano más paja), reportó diferencias estadísticas entre la dosis de fertilización

orgánica empleada, a mayor fertilización mayor rendimiento de biomasa. La fertilización con 0, 1.5 y 3.2 ton ha^{-1} de Nutripellet reportaron producción de biomasa de 11.258, 11.196 y 13.397 ton ha^{-1} respectivamente. La mayor biomasa la produjo la variedad Tepahui con 15.208 ton ha^{-1}, factor que contribuyó al acame de esta variedad.

En el caso de Borlaug 100 es factible que esta variedad responda a una mayor fertilización, sin embargo, en esta primera evaluación se exploró la respuesta hasta 3.2 ton de Nutripellet para analizar la rentabilidad de su aplicación en trigo. En el caso de Tepahui, se obtuvo una rentabilidad positiva al aplicar 1.5 ton ha^{-1}.

CONCLUSIONES

Con manejo orgánico la variedad Borlaug 100 superó en rendimiento a Tepahui. Borlaug 100 mostró estabilidad en todas las dosis de nutripellet.

Al valor de mercado, la aplicación de Nutripellet fue rentable a una dosis de 1.5 ton ha^{-1} en la variedad Tepahui. La dosis de 3.2 ton ha^{-1} sólo seria rentable con subsidio.

BIBLIOGRAFIA

Gómez, T.L., Gómez, C.M.A. y Schwentesius, R.R. 2016. Importancia de la agricultura orgánica y sus bondades para México en el contexto actual. Capítulo 1. Aspectos de Agricultura orgánica. p 1-13.

Cortés, J.J.M., Ortiz,A.A.A. y Zazueta, E.G. 2016. Disponibilidad de fósforo en módulos demostrativos de trigo. Memorias del día del Agricultor. Publicación especial No. 23. Centro de investigación regional del Noroeste-INIFAP. Campo experimental Norman E. Borlaug. Abril 2016. p 15-18.

Cortés, J.J.J. y Ortiz, A.A.A. 2015. Manejo de la competencia intraespecífica, en la producción de cultivos sin el uso de agroquímicos, en el Valle del Yaqui, Sonora. Capítulo de Libro Científico: Agricultura sostenible una transición desde lo tradicional. 1ª Edición. 331 p.

Cortés, J.J.J., Ortiz, A.A.A. y Zazueta, E.G. 2015. Producción de trigo y triticale sin el uso de agroquímicos, en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XVIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Octubre 29-30, 2014. Mexicali, B.C., México. p 473-477.

Cortés, J.J.M. y A.A. Ortiz. A. 2012. Expectativas para la producción de trigo orgánico en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias de la VII Reunión Nacional de Innovación Agrícola. Septiembre 10-14, 2012. Querétaro, Querétaro, México. p 27.

Ortiz, A.A.A. y Cortés, J.J.M. 2016. Producción de trigo orgánico en el Valle del Yaqui en rotación con canola y garbanzo. Memorias del IV Foro Internacional de Agricultura Orgánica. Junio 16-17, 2016. Nuevo Vallarta, Nayarit, México. p 336-340.

Ortiz, A.A.A. y Cortés, J.J.J. 2015. Efecto del descanso de la tierra en la rotación trigo-trigo sin uso de agroquímicos, en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XVIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Octubre 29-30, 2014. Mexicali, B.C., México. p 892-896.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/ Consultado el 14 de julio de 2016.

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO DE FORRAJE DE TRES VARIEDADES DE AVENA CULTIVADAS EN AMBIENTES DIFERENTES.

Pablo Alfredo Domínguez Martínez*, Rigoberto Rosales Serna, Rafael Jiménez Ocampo, Hilario Flores Gallardo, y Saúl Santana Espinoza

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

INTRODUCCIÓN

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 Durango, la avena ocupa un lugar importante en la producción de forraje para la alimentación animal. Durante el 2014 se sembraron 125, 791 ha de avena forrajera en el estado de Durango, con un rendimiento promedio de 13.6 t ha^{-1} (SIAP, 2016). En la entidad se siembran distintas variedades de avena para la producción de forraje durante los ciclos primavera-verano y otoño-invierno (Núñez et al., 2012). La capacidad de producción de una variedad es resultado de su interacción con el ambiente que prevalezca durante el ciclo de cultivo. Factores ambientales como el tipo de suelo y sus características, humedad, fecha de siembra, fertilidad, temperatura y horas luz varían a través del tiempo (años) y sitios. Existe una influencia muy fuerte de las condiciones ambientales durante varias de las etapas de crecimiento del cultivo (Bull et al., 1992), por lo tanto, el rendimiento de los genotipos difiere ampliamente como respuesta a las condiciones ambientales.

La adaptabilidad de una variedad se determina mediante el grado de interacción con los ambientes en los cuales se cultiva. Se considera que una variedad o genotipo es más adaptable o estable a medida que tenga mayores rendimientos promedio y menores fluctuaciones en su capacidad de producción cuando se cultiva en diferentes ambientes (Arshad et al., 2003). Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue evaluar la estabilidad del rendimiento las variedades de avena Avemex, Karma y Turquesa cuando se cultiva en diferentes ambientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo otoño invierno 2015-2016 se estableció un lote experimental para la evaluación de tres variedades de avena (Avemex, Karma y Turquesa). El lote se sembró en las instalaciones del INIFAP Durango (Durango, Dgo. México) y en Canatlán, Dgo.Méx. La siembra se realizó mecánicamente con la sembradora Aitchison Grass Farmer 1414C®. La semilla se depositó a una profundidad de 5 cm y la distancia entre hileras fue de 15 cm. La parcela consistió de una melga de 6 m de ancho y una longitud de 10 m (Canatlán) y 35 m (Durango). Se aplicaron tres tratamientos de riego (100 %, 80 % y 60 % de la humedad aprovechable). En ambos sitios se aplicó la dosis de fertilización 210-80-00 (N-P_2O_5-K_2O), la cual se dividió en tres eventos. El control de maleza se realizó mediante una aplicación de 2-4, D amina a razón de 1 L ha^{-1} y un deshierbe manual.

La toma de muestras para determinar el rendimiento de materia seca se realizó durante la etapa de prefloración (embuche) del cultivo. Utilizando un cuadrante de 625 cm^2 se tomaron seis muestras de forraje en las franjas de cada tratamiento y variedad. El forraje ubicado dentro del cuadrante se cortó a ras de suelo, se colocó dentro de bolsas de papel y se registró su peso de forraje verde, con la ayuda de una balanza Torrey® con precisión de 0.01 g. Posteriormente, las bolsas se colocaron en una estufa de aire forzado a 60 °C, hasta que se observó peso constante. Una vez que las muestras alcanzaron peso constante, se registró el ultimo peso para realizar los cálculos y determinar el rendimiento (t) de materia seca por hectárea.

Con los datos que se obtuvieron se realizó un análisis combinado (ambientes-genotipos) del rendimiento de forraje seco. Para la separación de promedios se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan, $P = 0.05$. También, se estimaron los parámetros de estabilidad mediante el modelo de efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI), el cual se utilizó para clasificar los ambientes [Canatlán (C) 100, 80 y 60; Durango (D) 100, 80 y 60] e identificar líneas sobresalientes por su rendimiento forrajero y por su menor interacción con el ambiente (Gauch y Zobel, 1996). Para el análisis de varianza y los parámetros de estabilidad se utilizó el paquete estadístico SAS® 9.0 (SAS Institute, Inc. Cary, NC) y en el desarrollo del análisis AMMI se siguieron las recomendaciones de Vargas y Crossa (2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza de los rendimientos de materia seca se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0.01$) entre los ambientes y la interacción ambiente-genotipo

(Cuadro 1). No se encontraron diferencias estadísticas entre genotipos (P<0.05). Las diferencias encontradas indican que los ambientes evaluados difieren en su potencial productivo y que además, los genotipos se comportan de manera diferente a través de los ambientes de estudio. Sin embargo, las diferencias de rendimiento observadas fueron por influencia de los ambientes y no porque los genotipos difieran en su potencial productivo.

Cuadro 1. Suma de Cuadrados y Cuadrados Medios del análisis de varianza combinado para el rendimiento de forraje seco de tres variedades de trigo cultivadas en seis ambientes.

Fuente de Variación	GL[1]	SC[2]	CM[3]	P[4]
Ambiente	5	745.240982	149.048196	<.0001
Genotipo	2	0.822857	0.411429	0.8393
A x G[5]	10	1096.97475	109.697475	<.0001

[1]GL = grados de libertad, [2]SC = suma de cuadrados, [3]CM = cuadrados medios, [4]P = probabilidad, [5]A x G = interacción ambiente – genotipo.

Los mayores rendimientos de materia seca se obtuvieron en Canatlán con las láminas de riego del 80 (C80) y 100 % (C100). Los ambientes C60, D60 y D80 tuvieron rendimientos intermedios (9.46, 7.40 y 7.30 t de materia seca ha^{-1}; respectivamente). Aunque en el ambiente D100 se obtuvieron los menores rendimientos de forraje seco (5.73 t ha^{-1}), fue ahí donde se presentó la menor interacción de los genotipos con el ambiente (Figura 1). C60, D60 y D80 fueron los ambientes que tuvieron interacciones intermedias con los genotipos, mientras que los ambientes de mayor rendimiento (C80 y C100) también fueron los que interactuaron más con las variedades de avena. La interacción del ambiente con la variedad del ambiente significa que ciertos ambientes favorecen o limitan el potencial de al menos una de las variedades de avena que se evaluaron en el presente estudio.

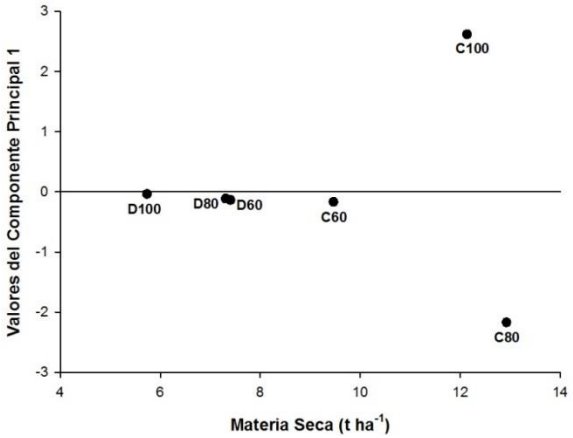


Figura 1. Valores del Componente Principal 1 y la interacción de los ambientes con respecto al rendimiento de las tres variedades de avena.

No se observaron diferencias estadísticas ($P<0.05$) entre los rendimientos de materia seca de las tres variedades de avena. Sin embargo, se observó que la variedad Turquesa es la que menos interactúa con os ambientes (Figura 2). La variedad Avemex es la variedad que más interactúa con los ambientes. La interacción de la variedad Karma es ligeramente menor que la de Avemex, sin embargo, es notoriamente mayor en comparación con la de la variedad Turquesa.

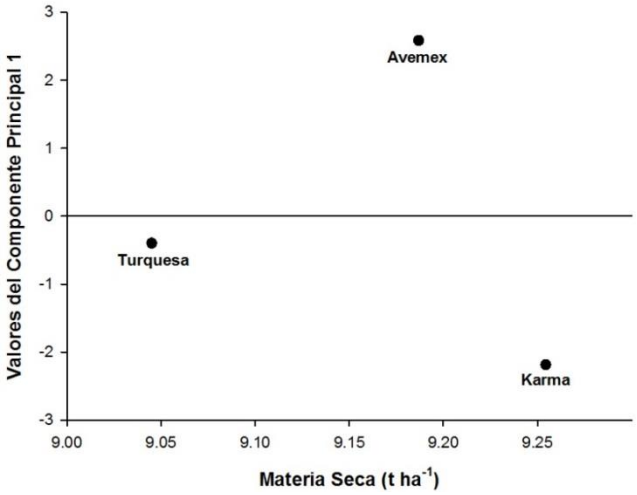


Figura 2. Valores del Componente Principal 1 y la interacción observada para el rendimiento de materia seca en tres variedades de avena.

Una menor interacción con el ambiente significa que el genotipo tiene mejor capacidad de adaptación y se comporta de manera estable en diferentes sistemas de producción (adaptación general). En contraste, la mayor interacción del genotipo con el ambiente es un indicio de que el material genético requiere condiciones específicas para su óptimo desarrollo (adaptación específica).

CONCLUSIONES

La estimación de los parámetros de estabilidad mediante el modelo AMMI permite identificar genotipos sobresalientes por su rendimiento y menor interacción con el ambiente; en este caso fue posible identificar a la variedad Turquesa como material sobresaliente por su menor interacción con el ambiente, a pesar de no haber encontrado diferencias estadísticas entre los rendimientos de forraje seco de las tres variedades. La aplicación de los tratamientos 80 y 100 % en Canatlán resultaron en mayores rendimientos de forraje seco, aunque cabe señalar que el

comportamiento productivo de al menos una de las variedades se verá modificado en estos ambientes.

BIBLIOGRAFÍA

Bull, J. K, M. Cooper, I. H. Delacy, K.E. Bassford y D. R. Woodruff. 1992. Utility of repeated checks for hierarchical classification of data from plant breeding trials. Field Crop Res. 30: 79 – 95.

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.

Gauch, H. G. y R. W. Zobel.1996. AMMI analysis of yield trials. In: M. S. Kang and H. G. Gauch (eds.) Genotype-by-environment interaction. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. pp. 1-40.

Núñez M., O. G.; R. Rosales S.; J. López H.; R. Jiménez O.; S. Arellano A. 2012. Rendimientos de avenas forrajeras en riego con dos niveles de fertilización, ciclo otoño-invierno, Durango, México. Memoria del XXIV Congreso Nacional y IV Internacional de Fitogenética. Monterrey, N. L. México. p. 78.

SAS Institute, Inc. 2006. SAS/STAT 9.0 user's guide. SAS Institute, Inc., Cary, NC. USA.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2016. Cierre de producción por estado, ciclo otoño-invierno. (Disponible en http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/.) Consultado 24 de julio de 2016.

Vargas, H. M. y J. Crossa. 2000. El análisis AMMI y la gráfica del biplot en SAS. Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Distrito Federal, México. 42 p.

MORFOLOGÍA Y POTENCIAL DE CRECIMIENTO DE RAÍZ EN *Pinus durangensis* MART. BAJO PREACONDICIONAMIENTO POR CONDICIONES AMBIENTALES Y FERTILIZACIÓN, EN VIVERO

José Luis García Pérez[1], Erickson Basave Villalobos[2], José Ángel Sigala Rodríguez[2] Homero Sarmiento López[2]

[1]Sitio Experimental La Campana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km. 33.3 Carr. Chihuahua-Ojinaga, C.P. 32910, Aldama, Chihuahua, México, [2]Campo Experimental Valle del Guadiana, INIFAP Carr. Durango a El Mezquital Km 4.5, Durango, Dgo. C.P. 34130. (garciap.luis@inifap.gob.mx)

INTRODUCCIÓN

Para reducir los efectos de la degradación forestal, en México, se han implementado programas masivos de reforestación y restauración, así como la instrumentación y uso de regulaciones en los sistemas de producción de planta en vivero (Burney *et al.,* 2015; Mexal *et al*., 2008). No obstante, la supervivencia en las reforestaciones es menor del 50 % al primer año de plantado, como consecuencia de la baja calidad de planta, sequías recurrentes y condiciones adversas de los sitios de plantación (CONAFOR, 2012). Una planta de calidad es aquella que reúne los atributos morfológicos y fisiológicos, para sobrevivir el campo (Duryea, 1985). Al respecto, Grossnickle (2005) asumen que en el desempeño inicial de las reforestaciones influyen diversos factores bióticos y abióticos. Por su parte South (2000) señala que las características edafoclimáticas del sitio son determinantes en el establecimiento de una plantación, seguidas por el manejo en vivero y la condición morfológica y fisiológica de las plantas. Grossnickle (2012) afirma que algunos atributos de desempeño como resistencia a sequías, heladas y potencial de crecimiento radical (PCR) pueden ser el mejor predictor del comportamiento de una planta en campo, similar a lo expresado por Davis *et al.* (2005), quienes sostienen que el PCR se correlaciona con el desempeño en campo. Al respecto se ha encontrado que la nutrición con altos niveles de potasio reduce los daños causados por heladas en *Pinus hartweggii* (Ramírez y Rodríguez, 2010). Sin embargo, Davis *et al.* 2005 encontraron mayor resistencia al frío en *Pinus palustris* cuando aplicaron dosis altas de nitrógeno. Por su parte, Ávila-Flores *et al.* (2014) reportan que el acondicionamiento mediante estrés hídrico mejoró la calidad de planta de *Pinus engelmannii* Carr. cuando aplicaron ciclos de riego de 48 hrs. a un potencial hídrico de 0.44 MPa. En complemento Santelices *et al.* (2013) constató el efecto de la intensidad de sombra en las respuestas morfologías y fisiológicas de *Nothogagus leonnii*.

La especie *Pinus durangensis* sobresale por su importancia económica y ecológica en la Sierra Madre Occidental particularmente en los estados de Durango y Chihuahua. Aunque en la

actualidad se cuenta con avances importantes en la tecnificación de los viveros forestales de México, así como la estandarización de prácticas culturales en los procesos de producción, para algunas especies aún existe poca información sobre los factores que afectan la calidad de planta. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la calidad de planta de *Pinus durangensis* durante la etapa de preacondicionamiento: 1) determinar el efecto de las condiciones ambientales en los atributos morfológicos de calidad de planta, 2) evaluar el efecto de los tratamientos en el potencial de crecimiento de las raíces nuevas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el vivero forestal del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, ubicado en las coordenadas 19° 27' 37.02" N y 98° 54' 24.02" O, a 2247 m de altitud. El clima del lugar es del tipo C (Wo) (w)b(1)g que corresponde al templado subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 15 °C y una precipitación media anual de 750 mm, con una oscilación térmica de 5 a 7 °C. Se utilizó semilla de *Pinus durangensis* Mart. recolectada en un rodal semillero del ejido El Brillante, Municipio de Pueblo Nuevo, Durango, México. El sustrato consistió en 70 % corteza de pino compostada, 10 % turba, 10 % agrolita y 10 % vermiculita. Se utilizaron contenedores individuales (tubetes) de polipropileno de 220 cm^3 de volumen. Se agregaron al sustrato 7 kg m^{-3} de fertilizante de liberación controlada Osmocote Plus® 15-9-12 (N-P-K). La semilla se remojó en agua a temperatura ambiente durante 24 hrs. como tratamiento pregerminativo. La planta permaneció en invernadero durante siete meses hasta el inicio del preacondicionamiento. Durante la fase de desarrollo rápido se aplicó en el riego fertilizante soluble Peters Profesional Desarrollo®, formulación de 20-20-20 de N-P-K en dosis de 100 ppm, dos veces por semana durante el último mes previo al inicio del preacondicionamiento. Durante el experimento se registraron las variables microclimáticas de temperatura (°C), humedad relativa (%) e intensidad de luz (lux) en cada condición ambiental con un data logger HOBO U12 (Onset® Bourne, MA.) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores promedio de las variables microclimáticas durante el preacondicionamiento de *Pinus durangensis* Mart. bajo condiciones ambientales y fertilización.

Condición ambiental	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)			Intensidad de luz (lux)		
	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media
Invernadero	37.5	11.5	21.2	90.3	26.6	63.6	24244.9	11.6	6847.6
Intemperie	31.2	10.6	19.0	88.1	30.9	63.2	27840.4	11.1	6288.0
Malla Sombra	27.5	11.6	17.9	67.1	35.9	53.6	13231.9	15.9	2971.9

Los tratamientos se aplicaron durante el preacondicionamiento (64 días), y consistieron en exponer las plantas a cuatro condiciones ambientales: invernadero, intemperie, malla sombra, malla sombra más intemperie y un tratamiento adicional formado por intemperie más fertilización utilizando fertilizante soluble Peters Profesional Finalizador® 4-25-35 como fuente de N-P-K.

Evaluación morfológica

Al final del preacondicionamiento, se realizó la evaluación morfológica de las plantas mediante un muestreo destructivo y se midió la altura (cm), el diámetro (a la base del cuello en mm), el volumen de la raíz (cm^3) y la biomasa de la parte aérea y radical (g). El volumen de la raíz se determinó con base en el principio de Arquímedes (Harrington *et al.,* 1994). Para evaluar la biomasa, las muestras se colocaron en bolsas de papel por separado en una estufa a 70 °C durante 72 h, hasta obtener peso constante. Con las variables anteriores se calculó la relación parte aérea/raíz, así como el índice de calidad de Dickson (Ritchie *et al.,* 2010) el cual se determinó con la siguiente expresión:

$$ICD = \frac{\text{Biomasa seca total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Biomasa seca aérea (g)}}{\text{Biomasa seca radical (g)}}}$$

Potencial de crecimiento de raíz

Se seleccionaron cinco plantas por unidad experimental (20 plantas por tratamiento), a las cuales se midió el diámetro del cuello (mm) y se retiró el sustrato adherido. Posteriormente, se trasplantaron en macetas de plástico de 7 L de capacidad y se colocaron dentro de un invernadero con condiciones óptimas de temperatura, humedad y luminosidad durante 28 días. Posteriormente se realizó la evaluación del PCR, la cual consistió en contar en cada planta el número de raíces nuevas generadas (n) mayores a 1 cm y la longitud acumulada de cada una (m). Posteriormente, las raíces nuevas de cada planta se secaron en una estufa a 72°C para obtener su peso seco (g) (Ritchie *et al.,* 2010).

Diseño experimental y análisis estadístico.

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Se realizaron análisis de varianza mediante el procedimiento GLM de SAS 9.0 (SAS Institute, 2002). Cuando se encontró significancia estadística entre tratamientos se aplicaron pruebas de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$). Previo a ello se validaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Atributos morfológicos.

Se encontró efecto significativo de los tratamientos ($p \leq 0.05$) en la mayoría de las variables morfológicas evaluadas debido a las condiciones ambientales con excepción de la altura y la biomasa aérea. La respuesta fue mayor en las plantas que estuvieron expuestas al menos durante un mes en la condición de intemperie. El efecto más contrastante se encontró en las plantas que fueron preacondicionadas a la intemperie con respecto a las que permanecieron en invernadero en las variables de la raíz: biomasa radical, volumen de raíz, e índice de calidad de Dickson con incrementos de 65.6 y 61.73 %, respectivamente. Las variables menos sensibles fueron el diámetro del cuello con 13.2 % y la relación parte aérea/raíz con 35.71 % (Cuadro 2).

Cuadro 2. Atributos morfológicos de *Pinus durangensis* Mart. en cuatro condiciones ambientales y un nivel de fertilización aplicados durante el preacondicionamiento en vivero.

Tratamiento	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Biomasa (g)		VR (cm^3)	RPAR	ICD
			Aérea	Radical			
Invernadero	8.78 a	4.60 b	3.22 a	0.99 c	4.10 b	3.36 a	0.81 c
Intemperie	9.42 a	5.21 a	3.47 a	1.64 a	7.48 a	2.16 c	1.31 a
Malla sombra	8.89 a	4.81 ab	3.26 a	1.17 c	5.56 ab	2.92 ab	0.95 c
Malla sombra + intemperie	9.41 a	4.95 ab	3.29 a	1.30 bc	6.17 ab	2.61 bc	1.04 bc
Intemperie + fertilización	9.66 a	5.04 ab	3.61 a	1.57 ab	6.37 ab	2.38 c	1.23 ab
(*P*)	0.5371 ns	0.0500**	0.2570 ns	0.0001***	0.0124*	0.0001***	0.0001***

VR=Volumen radical; RPAR=Relación parte aérea/parte radical; ICD=Índice de calidad de Dickson. *P:* probabilidades * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$; ns = no significativo. Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas (Tukey, $P < 0,05$).

Estos resultados son consistentes con Barnnet (1989), quien encontró mayores incrementos en diámetro y biomasa radical *en Pinus palustris* Mill. y *P. taeda* L. cuando crecieron a sol directo que cuando se desarrollaron bajo malla sombra. Así mismo, Schall *et al.* (2012) determinaron que en *Fagus sylvatica* L. la mayor asignación de biomasa se dirigió a la raíz cuando las plantas se cultivaron expuestas a altos niveles de luminosidad. Noland *et al.* (1996) encontraron que cuando las plantas de *Pinus banksiana* se someten a elevados niveles de luz, se promueve el crecimiento de nuevas raíces, debido al uso de carbohidratos de reserva.

Potencial de crecimiento de raíz

Se encontró efecto significativo ($p \geq 0.05$) de los tratamientos sobre el potencial de crecimiento de raíz, tanto en el número, longitud y biomasa de raíces nuevas. En general, sobresalieron las plantas de los tratamientos que estuvieron expuestas a la intemperie al menos durante un mes

en comparación con las que se expusieron bajo sombra permanente o en condiciones de invernadero. El tratamiento de intemperie propició un incremento de 41.3 % de raíces nuevas, 45.9 % de longitud de raíces nuevas y 28.5 % de biomasa seca de raíces nuevas, con respecto a las plantas que permanecieron en invernadero (Cuadro 3).

Cuadro 3. Potencial de crecimiento radical en *Pinus durangensis* Mart. bajo cuatro condiciones ambientales y un nivel de fertilización durante el preacondicionamiento en vivero.

Tratamiento	Raíces nuevas		
	Número (n)	Longitud acumulada (m)	Biomasa (g)
Invernadero	74.45 b	5.44 b	0.77 b
Intemperie	94.50 ab	7.13 ab	0.87 ab
Malla sombra	76.65 b	6.14 ab	0.79 ab
Malla sombra + intemperie	83.35 ab	6.53 ab	0.83 ab
Intemperie + fertilización	105.25 a	7.94 a	0.99 a
(*P*)	0.0027**	0.0057**	0.0297**

P: probabilidades * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$; ns = no significativo. Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas (Tukey, $P < 0,05$).

Las respuestas en el potencial de crecimiento de raíz (PCR) se atribuyen a que las condiciones de estrés hídrico que se propiciaron en las diferentes condiciones ambientales, particularmente en las condiciones donde las plantas se expusieron a altos niveles de luminosidad. Esta condición promueve la retraslocación de carbohidratos en la raíz (Kramer y Koslowsky, 1979). Al respecto, García *et al.* (2015) encontraron que la morfología, el contenido nutrimental y el potencial de generación de nuevas raíces de *Pinus engelmannii* Carr. se incrementó cuando las plantas se expusieron a condiciones de intemperie. En muchos casos el PCR se ha utilizado como predictor del desempeño de las plantas en campo, cuando la absorción de agua depende del crecimiento de raíces nuevas (Davis y Jacobs, 2005). Las plantas con mayor capacidad para generar raíces nuevas incrementan sus posibilidades de supervivencia en campo (Haase, 2011); también Oliet *et al.* (2003) encontraron mayor supervivencia de *Pinus halepensis* Mill. cuando se incrementó su capacidad para generar raíces nuevas en sitios de fertilidad alta y baja.

CONCLUSIONES

Las condiciones ambientales aplicadas durante el preacondicionamiento en vivero influyeron en el desarrollo de atributos morfológicos de calidad de planta en *Pinus durangensis* Mart. Con base en los resultados de este estudio se concluye que los mejores atributos morfológicos se obtienen cuando estas se preacondicionan bajo condiciones ambientales de intemperie con o

sin fertilización durante dos meses. La variable más sensible a estas condiciones fue la biomasa de raíz. El potencial de crecimiento de nuevas raíces se incrementó cuando las plantas se expusieron a condiciones de intemperie, sin embargo su efecto fue más drástico con el uso de fertilización durante el preacondicionamiento en vivero.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila-Flores I. J., JA Prieto-Ruiz, J. C. Hernández-Días, CA Wehenkel, J. J. Corral-Rivas. 2014. Preacondicionamiento de *Pinus engelmannii* Carr. mediante déficit de riego en vivero. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente.

Barnnet J. P. 1989. Shading reduces growth of longleaf and loblolly pine seedlings in containers. Tree Planters' Notes 40:23-26.

Burney O, A Aldrete, R. Álvarez, J. A. Prieto R., J. R .Sánchez, and J. B. Mexal. 2015. Mexico-Adressing Callenges to reforestation. Journal of Forestry 113(4):404-413.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2012. Evaluación complementaria del Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales (PROCOREF) ejercicio fiscal 2011. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México. 276 p.

Davis, A. S. and D. F. Jacobs. 2005. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. New Forests 30:295-311.

Duryea, M. L. 1985. Evaluating seedling: Importance to reforestation. *In:* Duryea, M.L. (ed.). Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures and Predictive Abilities of Mayor Test. Oregon State University, Corvallis. OR, USA. pp: 1-4.

García P., J. L., A. Aldrete, J. López U., J. J. Vargas H. y J. A. Prieto R. 2015. Efecto de la condición ambiental y la fertilización en el preacondicionamiento de *Pinus engelmannii* Carr. en vivero. Revista Fitotecnia Mexicana 38: 297-304.

Grossnickle, S. C 2005. Importance of root growth in overcoming planting stress. New Forests 30:273-294.

Grossnickle, S C 2012. Grossnickle S. C. (2012) Why seedlings survive: influence of plant attributes. New Forests 43:711-738.

Harrington JT, JG Mexal, J. Fisher 1994. Volume displacement provides a quick and accurate way to quantify new root production. Tree Planters' Notes 45:121-124.

Haase D. L. 2011. Seedling root targets. *In:* National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations. L. E. Riley, D. L. Haase, J. R. Pinto (eds.). RMRS-P-65. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO. pp:80-82.

Kramer, P. J., and T. T. Kozlowsky, 1979. Physiology of Woody Plants. Academic Press, New York. 811 p.

Mexal JG, RA Cuevas, T D. Landis. 2008. Reforestation success in central Mexico: factors determining survival and early growth. *Tree Planters' Notes* 53: 16-22.

Ramírez C.Y, D.A. Rodríguez. 2010. Resistencia a bajas temperaturas en *Pinus hartweggii* sometido a diferentes tratamientos con potasio. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 18(1):79-85.

Ritchie GA, TD Landis, K Dumroese, D L Hasse. 2010. Assessing Plant Quality. *In:* The Container Tree Nursery Manual. Vol. 7, Seedling Processing, Storage, and Outplanting. T. D. Landis, R. K. Dumroese, and D. L. Haase (eds.). Agric. Handbook. 674. USDA. Forest Service. Washington, DC. USA. pp:2-15.

Oliet J., R. Planelles, F. Artero, E. Martínez M., L. Álvarez L., R. Alejano y M. López A**. 2003.** El potencial de crecimiento radical en planta de vivero de *Pinus halepensis* Mill. Influencia de la fertilización. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 12:51-60.

Noland TL, GH Mohammed, M Scott. 1996. The dependence of root growth potential on light photosynthetic rate, and root starch content in jack pine seedlings. *New Forests* 13:105-119.

Santelices R, S Espinoza, A. Cabrera, K Peña, R Donoso. 2013. Effect of shading and fertilization on the development of container-grown Nothofagus glauca seedlings, a threatened species fron central Chile. Southern Forests: a Journal of Forest Science 75:145-148.

SAS (Statistical Analysis System) Institute (2002) SAS/STAT Computer Software. Release 9.00. SAS Institute Inc. Cary, N.C. 5121 p.

Schall, P., C. Lödige, M. Beck and C. Ammer. 2012. Biomass allocation to roots and shoots is more sensitive to shade and drought in European beech tan Norway spruce seedlings. Forest Ecology and Management. 266:246-253.

South DB. 2000. Planting morphologically improved pine seedlings to increase survival and growth. Forest and Wildfire Series No. 1. Alabama Agricultural Station. Auburn, Alabama. 12 p.

CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL FOLIAR Y CRECIMIENTO EN CHILE TIPO ANCHO EN FUNCIÓN SUSTRATOS

Manuel Antonio Galindo-Reyes[1], Reymundo Reyes-Echeverría[2], Francisco Garibaldi-Márquez[1] y René Félix Domínguez-López[2]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Pabellón. [2]Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes. *E-mail: galindo.manuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México, la superficie cosechada de diferentes cultivos hortícolas ha aumento significativamente, ya que tienen una gran demanda en el mercado de exportación, siendo el chile verde uno de estos cultivos (Castellanos, 2004). En este cultivo destacan los estados de Chihuahua, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí y Michoacán, ya que en conjunto, participaron con el 67.1% del valor de producción en el año 2012 (SIAP, 2015).

En Aguascalientes, la producción de esta hortaliza es muy importante, ya que en el ciclo primavera-verano de 2013 se cultivó una superficie de 773 hectáreas, se produjeron 11,074 toneladas y se obtuvo un rendimiento de 14.9 t ha^{-1} (SIAP 2015). Aunque estas estadísticas no indican el tipo de chile producido, pero son típicos del estado los anchos, guajillo y pasilla (Macías-Valdez *et al.,* 2010).

En los últimos 10 años la horticultura en México ha cobrado gran importancia (Cruz-Crespo *et al*., 2012), ya que ésta se distingue por presentar una tasa de incremento anual de 20 a 30% (Castellanos, 2004). Derivado de lo anterior se han perfeccionado los sistemas de producción agrícola; uno ejemplo de esto, es el cultivo en suelo, que se ha cambiado a un paso progresivo al sistema de cultivo sin suelo o sustrato (Castellanos, 2009).

Una de las ventajas del uso de sustratos, lo constituye el menor control de plagas y enfermedades de la raíz, mismas que afectan a una gran diversidad de plantas hortícolas, las cuales son comunes cuando se utiliza el suelo como medio de crecimiento (Cruz-Crespo *et al*, 2012). En el cultivo de chile, la pudrición de raíz se ha asociado con un grupo de organismos habitantes del suelo, de los cuales destacan los hongos *Rhizoctonia spp, Fusarium spp, Verticillium spp, Phytophthora spp,* entre otros; los cuales pueden provocar de 40 a 70% de mortandad en la población de las plantas (Velásquez-Valle *y* Medina-Aguilar, 2006).

Actualmente el cultivo de chile presenta una problemática fitosanitaria muy aguda, causada principalmente por pudriciones de la raíz, razón por la cual gran cantidad de parcelas ya no se explotan. Cuando se cultiva chile se manifiesta bajo rendimiento y calidad de fruto, aunado a un costo de inversión elevado por el alto número de aplicaciones de plaguicidas (Macías-Valdez *et*

al., 2010). Por este motivo la presente investigación tuvo como objetivo evaluar sustratos minerales y orgánicos en el crecimiento y concentración foliar en chile tipo ancho en condiciones de hidroponía.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Campo Experimental Pabellón, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, en condiciones de invernadero; cuya ubicación es 22° 09´ LN y 102° 16´ LO y 1,920 m de altitud. Las temperaturas mínimas y máximas promedios fueron de 15.9°C en junio y 35.4°C en julio, respectivamente; con humedad relativa mínima y máxima de 42.3% en junio y 48.2% en julio.

Como material vegetal se usaron plántulas de chile tipo ancho hibrido Victorioso de 60 días de edad, con 15 a 20 cm de altura y con seis hojas verdaderas.

En este experimento se evaluaron cuatro tratamientos, derivados de la combinación de perlita y fibra de coco (Cuadro 1). Estos tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con seis repeticiones. La unidad experimental constó de una planta establecida en bolsas de polietileno con un volumen de 10 litros.

Cuadro 1. Sustratos evaluados en chile tipo ancho en condiciones de hidroponía.

Tratamiento	Combinación	
	Perlita (%)	Fibra de coco (%)
1	100	0
2	0	100
3	33	66
4	66	33

Para el riego de las plantas se aplicó la solución nutritiva Steiner al 50%, 75% y 100% en la etapa de crecimiento vegetativo, fructificación y cosecha. El riego del cultivo se manejó de manera general aplicando cinco riegos diarios en días soleados y tres riegos en días nublados. Diariamente se suministraron los volúmenes por planta siguientes: 0.25 L en mayo, 0.5 L en junio, 1 L en julio, 1.5 L en agosto, 2.0 L en septiembre y 2.5 L en octubre. Este volumen de solución se ajustó con el método de la bandeja y cuando incidió la mayor radiación y temperatura (12:00 y 16:00 horas), se trató de que el drenaje fuera mayor de 10%. El riego se aplicó de manera manual a cada planta y la solución nutritiva se cambió cada tres o cuatro días.

Para preparar esta solución se tuvo que considerar los análisis de agua de riego, para saber qué cantidad de elementos químicos aporta y de esta manera poder balancear los aniones y cationes según su importancia en la nutrición. Como fertilizantes comerciales se utilizaron nitrato de calcio, ácido fosfórico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, nitrato de potasio, sulfato de potasio, sulfato de magnesio, sulfato de amonio y mezcla de micronutrientes.

Como variables de crecimiento vegetativo se evaluaron altura y diámetro de la planta; en cambio, en concentración nutrimental en el extracto celular de peciolo se determinaron N-NO_3, H_2PO_4 y K^+ en la etapa de fructificación.

Los datos se sometieron a análisis de varianza de acuerdo con un diseño experimental completamente al azar. Los promedios se compararon mediante pruebas de DMS ($P \leq 0.05$) y los análisis se hicieron con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sustrato y la solución nutritiva son factores determinantes en los sistemas de producción hidropónicos. El uso de sustratos tiene algunas ventajas como el mínimo control de plagas y enfermedades, y como consecuencia una disminución de pérdidas en cosecha (Ansorena, 1994; Cruz-Crespo *et al*, 2012).

Concentración nutrimental

La concentración nutrimental del extracto celular de peciolo depende de varios factores como solución nutritiva, sustrato, especie, etapa fenológica, entre otros. En el caso de la concentración foliar de N-$N0_3$ y de K^+ fue más alta para las plantas cultivadas en perlita al 66% y fibra de coco al 33% (Cuadro 2), esto indica que esta mezcla de es la óptima por aportar más nutrimentos a la planta de manera general.

Cuadro 2. Concentración nutrimental en el extracto celular en peciolo (ECP) en chile tipo ancho durante fructificación.

Tratamiento		N-$N0_3$ (mg/L)	K^+ (mg/L)	H_2PO_4 (mg/L)
Perlita (%)	Fibra de coco (%)			
100	0	674.23 c	10,000.00 b	114.13 c
0	100	900.23 b	10,000.00 b	377.07 a
33	66	824.90 b	9,500.00 c	235.20 b
66	33	1,087.63 a	10,500.00 a	148.40 c

Valores dentro de columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (*p≤0.05*).

Por otro lado, el H_2PO_4 presentó su máxima concentración con el sustrato de fibra al 100% y su mínima concentración con perlita al 100% (Cuadro 2). En la Figura 1 se observa que a medida que aumenta la perlita en el sustrato disminuye la concentración de fosfato; en cambio, cuando se incrementa la fibra de coco en el sustrato aumenta la concentración de fosfato foliar.

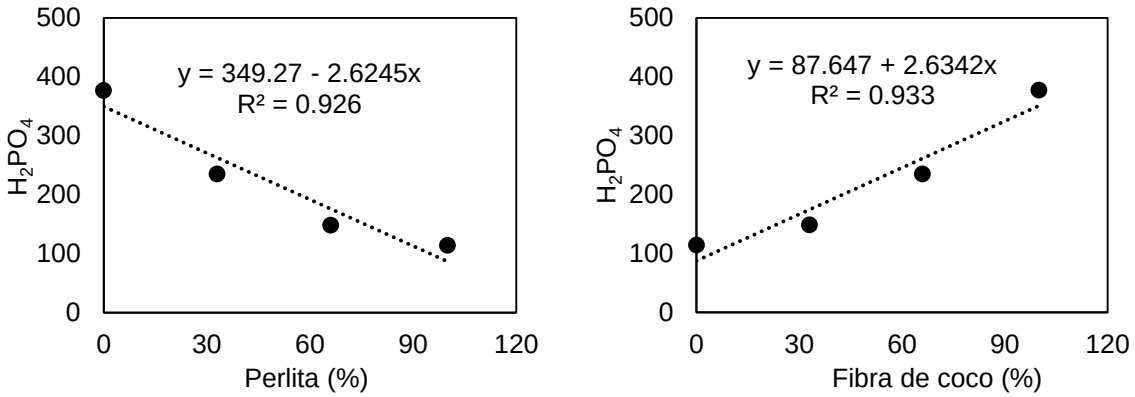


Figura 1. Concentración de H_2PO_4 en el extracto celular de peciolo de chile tipo ancho.

Crecimiento vegetativo

La altura de la planta en chile tipo ancho permaneció constante con las cuatro tratamientos evaluados; es decir, que ni la perlita al 100%, ni la fibra al 100% y ni la combinación de ambas modificaron la altura (Cuadro 3). En cambio, el diámetro del tallo resultó mayor con la combinación de perlita al 66% y fibra de coco al 33% (Cuadro 3), esto debido a que esta combinación mantiene buena humedad para la planta. Además, esta combinación puede retener y aportar gran cantidad de nutrimentos como nitrógeno y potasio (Cuadro 2).

Cuadro 3. Crecimiento vegetativo en chile tipo ancho en condiciones de hidroponía.

Tratamiento		Altura de la planta (cm)	Diámetro del tallo (mm)
Perlita (%)	Fibra de coco (%)		
100	0	68.375 a	8.29 b
0	100	63.625 a	8.11 b
33	66	69.167 a	9.07 ab
66	33	68.500 a	9.68 a

Valores dentro de columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (*p≤0.05*).

CONCLUSIONES

La concentración máxima de $N\text{-}N0_3$ y de K^+ resultó en plantas cultivadas en perlita al 66% y fibra de coco al 33%.

La concentración de H_2PO_4 en el peciolo fue máxima con el sustrato de fibra al 100%.

El diámetro del tallo fue mayor con la combinación de perlita al 66% y fibra de coco al 33% y la altura de planta permaneció sin cambios.

BIBLIOGRAFÍA

Ansorena, M. J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Castellanos Z. J. 2004. Manual de producción hortícola en invernadero, 2 da edición, INTAGRI, Celaya Guanajuato México. 2 p.

Castellanos J. Z. 2009. Manual de producción de tomate en invernadero, INTAGRI, México, Celaya Guanajuato. 105 p.

Cruz-Crespo E., M. Sandoval-Villa, V. Volke-Haller, V. Ordaz-Chaparro, J. L. Tirado-Torres y J. Sánchez Escudero (2010) Generación de mezclas de sustratos mediante un programa de optimización utilizando variables físicas y químicas. Terra Latinoamericana 28:219-229

Macías-Valdez L. M. Baltazar-Brenes E., González-Gaona E., Serrano-Gómez C., Galindo-Reyes M. A., Maciel Pérez L. H., Robles Escobedo F. J. 2010. Nueva Tecnología de Manejo para el Control de la Marchitez del chile en Aguascalientes, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental Pabellón Publicación Especial Núm. 38.

SIAP, Servicio de Información Agrícola y Pecuaria. 2013. *In*: http://www.siap.gob.mx/optostadisticosiacon2013parcialsiacon-zip/. Consultado el 10 de abril de 2015.

Velásquez-Valle R., Medina-Aguilar M. M. 2006. Tecnología de producción de chile seco, Manejo integrado de enfermedades. Libro técnico N° 5. Instituto de Investigaciones, agrícolas y pecuarias, centro de investigación región centro, campo experimental Zacatecas, Calera, Zacatecas, México.

INCREMENTO DE BIOMASA Y CONTENIDO DE AZÚCARES EN SORGO DULCE MEDIANTE ABONO ORGÁNICO Y HONGOS MICORRÍZICOS

Arturo Díaz Franco[1], Oscar A. Grageda Cabrera[2], Martin Espinosa Ramírez[1] y Flor Elena Ortiz Chairez[1]*

[1]Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, carr. Matamoros-Reynosa, km 61, Río Bravo, Tam., C.P. 88900. [2]Campo Experimental Bajío, INIFAP, carr. Celaya-San Miguel Allende, km 6.5, Celaya, Gto., C.P. 38110. *ortiz.flor@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Uno de los cultivos que no compite con los granos y que presenta ventajas sobre otros, es el sorgo dulce (*Sorghum bicolor*). Éste se puede sembrar en áreas no aptas para otros cultivos ya que es una planta tolerante a sequía y a otras condiciones adversas de producción, posee amplia adaptabilidad, rápido crecimiento y alta acumulación de azúcares en especial en el tallo (Ratnavathi *et al*., 2011). Por lo que el sorgo dulce se puede utilizar en la producción de azúcar refinada, alcohol, biocombustible, entre otros (Lemus y Parrish, 2009; Hause *et al*., 2000). El uso de biocombustibles produce energía limpia y eficiente (Amodares y Hadi, 2009; Prasad *et al*., 2007).

No obstante, también se ha percibido la necesidad de implementar estrategias agronómicas que permitan, entre otras cosas, mejorar la eficiencia de los cultivos, mitigar efectos adversos sobre el suelo, disminuir la tasa de uso de fertilizantes químicos y aumentar las ganancias por área cultivada (Adesemoye y Kloepper, 2009; Carbajal y Mera, 2010). La biofertilización o fertilización biológica a través del empleo de microorganismos benéficos, así como la incorporación de abonos orgánicos, representa una importante alternativa tecnológica con potencial para coadyuvar en la producción de sorgo dulce. Los estiércoles tienen el potencial de ser utilizados como una fuente económica de nutrimentos y de gran eficiencia en la nutrición de los cultivos. Debido a que los estiércoles tienen diferentes procedencias, su composición química muestra grandes diferencias en cuanto a los nutrimentos que contienen. De los diferentes tipos de estiércoles la gallinaza y la porqueraza son los más ricos desde el punto nutrimental y de mayor liberación de nutrimentos en el primer año, mientras que los estiércoles más pobres son el de vacuno y equino (Hue y Silva 2000).

En particular, los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), dentro de la actividad simbiótica manifiestan diferentes mecanismos que inducen a una mayor exploración del suelo a través de las hifas, disminuyen los efectos de condiciones abióticas adversas para la planta, producen fitohormonas que estimulan el crecimiento de la planta, facilitan la absorción de nutrimentos,

producen glomalina que adhiere las partículas del suelo, e inducen acción protectora contra algunos fitopatógenos del suelo (Nadeem *et al*., 2014; Smith y Read, 2008).

Diferentes estudios sobre biofertilización han demostrado beneficios al incrementar la productividad de granos (Aguirre *et al*., 2010; Grageda *et al.,* 2013) y en particular con sorgo de grano (Díaz *et al*., 2011). No obstante, es poco conocida la influencia que pudieran tener los abonos orgánicos y los HMA en la cantidad de biomasa-azúcares en el sorgo dulce. Díaz *et al*. (2015) demostraron similitudes en características de planta y productividad de sorgo para grano, cuando compararon la mitad de la fertilización sintética más la inoculación de micorriza INIFAP, con la fertilización convencional (120-40-00). El objetivo del estudio fue determinar el efecto de abono orgánico, la fertilización química reducida y cepas de HMA en la producción de biomasa y azúcar de sorgo dulce.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localidad. El ensayo experimental se estableció en el Campo Experimental Río Bravo (CERIB), INIFAP, Río Bravo, Tam. (25°57'54'' N, 98°01'05'' O, 25 msnm), durante el ciclo otoño-invierno 2013-2014 y en condiciones de riego.

Manejo experimental. La siembra se estableció el 6 de marzo y la variedad de sorgo dulce fue 'Candy'. El experimento constó de diseño en parcelas divididas con cuatro repeticiones, en las parcelas grandes, de 12 surcos de 0.81 m de ancho y 5 m de longitud, se asignaron los siguientes tratamientos: 1) la fertilización química recomendada o testigo fertilizado, 120-40-00 (Montes *et al.,* 2010b); 2) la mitad de la fertilización química; 3) la adición de gallinaza procesada y deshidratada [Meyfer® (4.64% N total, 5.42% P, 3.13% K, 338 mg kg^{-1} Cu, 6588 mg kg^{-1} Fe, 799 mg kg^{-1} Mn, 568 mg kg^{-1} Zn, 42.1% M.O.)], a razón de 3 t ha^{-1}; y 4) testigo absoluto. La gallinaza se incorporó a un lado del surco el 17 de enero, al momento de la siembra se aplicó la mitad de N y todo el P, el N restante fue a los 45 días después de la siembra. Los riegos fueron en presiembra y dos de auxilio. Para el manejo agronómico del cultivo se siguieron las indicaciones locales (Montes *et al*., 2010b). En las parcelas chicas de tres surcos y 5 m de longitud, se sembraron dos cepas experimentales de HMA, C1 (multicepa Chiapas, 1 kg ha^{-1}), C2 (*Rhizophagus intraradices*, 1 kg ha^{-1}), la comercial Micorriza INIFAP (*R. intraradices*, 0.5 kg ha^{-1}) y testigo absoluto. Las cepas experimentales de HMA pertenecen al Laboratorio de Hongos Micorrízicos del Campo Experimental Bajío, INIFAP. La densidad de plantas se ajustó a 145,000 plantas ha^{-1}, para otras prácticas agronómicas se siguieron las indicaciones locales (Montes *et al*., 2010b).

Variables evaluadas. De 10 plantas del surco central de cada parcela chica se midieron las variables: índice de clorofila (Minolta SPAD 502®) en estado de floración con lecturas (n=40) hechas en el centro de hojas, del tercio superior de las plantas; en estado de grano lechoso-masoso se estimó la biomasa fresca de hojas, tallo y panoja; con refractómetro se midió el contenido de azúcares mediante los grados Brix, tomados de cada dos entrenudos del tallo (Montes *et al*., 2010a). Los datos se sometieron a análisis de varianza con separación de medias por Tukey (p≤0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos de fertilización biológica y química influyeron significativamente en el contenido de clorofila, la biomasa aérea y en el contenido de azúcares de tallo del sorgo dulce 'Candy'. El mayor valor de clorofila (p=0.045; 37.1 SPAD) se observó con la adición de 120-40-00. La biomasa de hojas y panoja fue semejante entre los tratamientos de fertilización con promedio de 115.7 g y 36.5 g, respectivamente, pero superaron significativamente (p=0.04) al testigo. En cambio, la biomasa de tallo fue superior (p=0.01; 311.5 g) con la fertilización química convencional 120-40-00, seguido de la reducida 60-20-00 y gallinaza (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la fertilización química y biológica, e inoculación de cepas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), en la clorofila y la biomasa foliar de sorgo dulce 'Candy'.

Factor	Clorofila	Biomasa (g planta^{-1})		
	(SPAD)	Hojas	Panoja	Tallo
Fertilización (F)				
60-20-00	35.9 ab[1]	115.9 a	35.5 a	290.3 ab
Gallinaza (3 t ha^{-1})	35.7 ab	114.3 a	37.2 a	293.3 ab
120-40-00	37.1 a	116.9 a	36.8 a	311.5 a
Testigo	33.7 b	109.9 b	30.5 b	273.7 b
Cepa de HMA (C)				
C1 (multicepa Chiapas)	36.3 ab	114.5 b	36.0 ab	291.9 ab
C2 (*R. intraradices*)	35.6 ab	114.0 b	38.1 ab	291.3 ab
Micorriza INIFAP	37.0 a	118.4 a	40.2 a	321.9 a
Testigo	33.7 b	110.2 c	31.2 b	266.7 b
Significancia F				
F	*0.045*	*0.043*	*0.04*	*0.01*
C	*0.045*	*0.042*	*0.01*	*0.01*
F x C	*0.930*	*0.530*	*0.75*	*0.74*

[1]Valores unidos con misma letra no difieren (Tukey, p≤0.05).

La inoculación de los hongos micorrízicos arbusculares promovió significativamente el contenido de clorofila, la biomasa aérea de tallo del sorgo dulce, los cuales superaron al tratamiento testigo. Entre los HMA también hubo diferencias significativas, los mayores valores

de índice de clorofila (p=0.045) y de las biomasas de hojas (p=0.42), panoja (p=0.01) y tallo (p=0.01) se observaron con micorriza INIFAP (Cuadro 4).

Cuadro 5. Efecto de la fertilización química y biológica, e inoculación de cepas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), en la biomasa total y contenido de azúcares en el tallo de sorgo dulce 'Candy'.

Factor	Biomasa total		°Brix en
	Planta (g)	T ha^{-1}	tallo
Fertilización (F)			
60-20-00	441.4 ab[1]	64.0 ab	18.7 a
Gallinaza (3 t ha^{-1})	444.9 ab	64.5 ab	18.6 a
120-40-00	465.3 a	67.4 a	18.7 a
Testigo	414.0 b	60.0 b	17.7 b
Cepa de HMA (C)			
C1 (multicepa Chiapas)	442.5 b	64.1 b	18.7 ab
C2 (*R. intraradices*)	443.4 b	64.2 b	18.5 b
Micorriza INIFAP	480.6 a	69.6 a	18.9 a
Testigo	408.0 c	59.1 c	17.8 c
Significancia F			
F	*0.01*	*0.01*	*0.001*
C	*0.01*	*0.01*	*0.001*
F x C	*0.59*	*0.63*	*0.91*

[1]Valores unidos con misma letra no difieren (Tukey, p≤0.05).

La biomasa total que fluctuó entre 60 a 67.4 t ha^{-1} fue significativamente superior con la fertilización química convencional, valores seguidos por la fertilización química reducida y la adición de gallinaza. No obstante, para el contenido de azúcares en el tallo, los °Brix registraron semejanzas entre los tres tratamientos de fertilización, promedio 18.66, los cuales fueron superiores al testigo (p=0.001) (Cuadro 5).

La funcionalidad de los HMA exhibió efectividad al promover mayor biomasa total (p=0.01) y contenido de azúcares en el tallo (p=0.001), cantidades que superaron al testigo. Dentro de los HMA, la micorriza INIFAP impactó significativamente con la mayor biomasa total y azúcares de tallo (Cuadro 5).

La mitad de la fertilización química convencional, 60-20-00 o la adición de 3 t ha^{-1} de gallinaza, demostraron ser tratamientos que aportaron en las características de planta evaluadas y fueron competitivos con relación al testigo con fertilización convencional 120-40-00, pero también superaron al testigo absoluto. Lo anterior debido a que en general, se puede decir que los valores de clorofila, de biomasa aérea y contenido de azúcares en el tallo, con la mitad de la

fertilización y gallinaza, mostraron respuesta similar a la fertilización convencional. Para el caso del contenido de azúcares en el tallo, los valores fluctuaron de 17.7 a 18.7 °Brix y se encuentran en los rangos reportados en otros estudios (Ratnavathi *et al*., 2011; Montes *et al*., 2010a). El rendimiento de biomasa (de 59.1 a 69.6 t ha^{-1}) y de azúcares obtenidos en el presente estudio, son superiores a los alcanzados en un estudio de sorgo dulce con densidades de población, Valadez *et al.* (2011) obtuvieron la mayor biomasa (50.6 t ha^{-1}) con alta densidad, 200-210 plantas ha^{-1}, y una concentración de azúcares de 15.4 °Brix.

La respuesta agronómica observada en este estudio con la fertilización biológica, también se ha registrado en otros cultivos. Se ha demostrado que la combinación de HMA y gallinaza en cultivos hortícolas como repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) (Díaz *et al*., 2014), cebolla (*Allium cepa*) (Becerra *et al*., 2004) y papa (*Solanum tuberosum*) (Rojas y Ortuño, 2007), igualó en productividad a la obtenida con la fertilización sintética convencional.

Con relación a los costos de los insumos, el precio estimado de la dosis de 120-40-00 es de \$2334 ha^{-1}, de \$4500 t^{-1} de gallinaza y de \$50 la micorriza INIFAP, por lo que el tratamiento más eficiente y económico fue 60-20-00 + micorriza INIFAP (\$1217 ha^{-1}).

Es probable que la aportación de la gallinaza en el sorgo dulce se deba a los efectos favorables que proporciona el abono orgánico al suelo. Carbajal y Metra (2010) señalaron que los abonos orgánicos aportan casi todos los nutrimentos que las plantas necesitan, comparados con la fertilización química, contienen menor nutrimentos, aunque la disponibilidad de éstos es constante para la planta por la mineralización gradual a que están sometidos.

De las cepas de HMA evaluadas, destacó como la más sobresaliente micorriza INIFAP (*R. intraradices*). Es conocido que algunas cepas de HMA benefician en mayor grado a un determinado hospedero o genotipo comparado con otros (Klironomos, 2003; Rodríguez *et al*., 2004). Diferentes reportes (Subramanian y Charest, 1999; Boomsma y Vyn, 2008; Boucher *et al*., 1999) indican que los hongos formadores de micorriza son capaces de incrementar la adquisición de N a través de las hifas externas. En maíz, Boucher *et al*. (1999) determinaron que el N foliar se incrementó en plantas colonizadas por las cepas de *Glomus versiforme* y *G. aggregatum* comparadas con *G. mosseae*. Miller (2000) señaló que el micelio de los hongos micorrízicos transporta el P del suelo a la planta inmediatamente después de que entra en conexión con el sistema radical en desarrollo. Otros elementos son facilitados a la planta por los HMA, Liu *et al.* (2000) reportaron incrementos en la adquisición de Fe, Zn, Cu y Mn, en maíz inoculado con *R. intraradices.*

No existen precedentes sobre los efectos que tiene la fertilización biológica en la producción de sorgo dulce. Sin embargo, resultados de Lopes *et al*. (2012) registrados en caña de azúcar

(*Saccharum officinarum*), demostraron variaciones de efectividad de diferentes inoculantes microbianos para altura de planta, diámetro de tallo y °Brix.

Los resultados demostraron que la práctica de fertilización biológica, es una estrategia agronómica que permite mejorar la eficiencia del cultivo, disminuye o suple las dosis en el de uso de fertilizantes químicos e induce menor impacto negativo en la agroecología, tal como lo señalaron Cooperband (2002), Plenchette *et al*. (2005) y Sharma *et al*. (2012). Calvo *et al*. (2013) enfatizaron que para poder reducir las emisiones de N_2O asociadas con la aplicación de fertilizantes nitrogenados, es importante considerar el uso de bioinoculantes como parte del manejo agronómico.

CONCLUSIONES

La aplicación de 3 t ha^{-1} de gallinaza y la mitad de la fertilización química convencional, estimuló una respuesta del sorgo dulce, en función a la biomasa y el contenido de azúcares en el tallo, que superó al tratamiento testigo y fue competitiva con la fertilización total o convencional. Entre los HMA, la inoculación de la semilla con micorriza INIFAP registró el mayor contenido de clorofila (37.0 SPAD), de biomasa total (69.6 t ha^{-1}) y de contenido de azúcares (18.9 °Brix). La mitad de la fertilización química más micorriza INIFAP, representó el manejo más económico ($1217 ha^{-1}) comparativamente al resto de los tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

Adesemoye, AO and Kloepper JW. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. Appl. Microbiol. Biotechnol. 85: 1-12.

Aguirre F. 2010. Los biofertilizantes microbianos: Alternativa para la agricultura en México. Campo Experimental Rosario Izapa, INIFAP. Folleto No. 5. 68 p.

Almodares, A and Hadi MR. 2009. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. Afr. J. Agr. Res. 4: 772-780.

Becerra, A., Yolima M. y Posada F. 2004. Efecto de micorriza y gallinaza sobre la producción y calidad de cebolla (*Allium cepa*). Rev. Facultad Nal. Agron. 53: 1-14.

Boomsma, CR. and Vyn JT. 2008. Maize drought tolerance: Potential improvements through arbuscular mycorrhizal symbiosis? Field Crops Res. 108: 14-31

Boucher, A., Dalpe Y. and Charest C. 1999. Effect of arbuscular mycorrhizal colonization of four species of Glomus on physiological responses of maize. J. Plant Nutr. 22: 783-797.

Calvo, P, Watts DB, Ames RN, Kloepper JW and Torbert HA. 2013. Microbial-based inoculants impact nitrous oxide emissions from an incubated soil medium containing urea fertilizers. Journal Environmental Quality. doi:10.2134/jeq2012.0300.

Carbajal, MJ y Metra BA. 2010. Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. Producción 5: 77-96.

Cooperband, L. 2002. Building soil organic matter with organic amendments. University of Wisconsin-Madison. 13 p.

Díaz FA., Marín CJ. y Alvarado CM. 2014. Abono orgánico y micorriza arbuscular como alternativa para restringir la fertilización química en repollo. Memoria III Congreso Nacional y II Internacional de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Toluca, México.

Díaz FA, Pecina QV, Montes GN, Jacques-Hernández C y Garza CI. 2011. Impacto de inoculantes microbianos en sorgo cultivado bajo déficit de humedad en el suelo. En: Oswald, U. (ed). Retos de la Investigación del Agua en México. CRIM-UNAM, CONACYT. México. Pp: 273-282.

Díaz FA y Peña RM. 2014. Características de planta y rendimiento de sorgo y su interacción con hongos micorrízicos en condiciones de riego y secano. Rev. Mex. Cien. Agr. 5: 717-727.

Díaz FA, Ortiz CF y Gálvez LD. 2015. Bioinoculación y fertilización química reducida asociados con el crecimiento de planta y productividad de sorgo. Rev. Inter. Cont. Ambiental 31: 245-252.

Grageda CO, Díaz FA, Peña CJ y Vera NJ. 2012. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Rev. Mex. Cien. Agr. 3: 1261-1274.

Hause, HR, Gomez M, Murty, OS, Sun Y and Verma BN. 2002. Development of some agricultural industries in several African and Asian countries. In: Smith, N. (ed.). John Wiley & Sons, USA. Pp. 131-190.

Hue, NV and Silva JA. 2000. Organic Soil Amendments for Sustainable Agriculture. In: Silva, A. and Uchida, R. (eds.). Plant Nutrient Management. University of Hawaii. Pp. 133-144.

Klironomos, JM. 2003. Variation in plant response to native and exotic arbuscular mycorrhizal fungi. Ecology 84: 2292-2301.

Lemus, R. and Parrhis DJ 2009. Herbaceous crops with potential for biofuel production in the USA. Perspectives in Agriculture Science, Nutrition and Natural Resourses 4 No. 057. FAO.

Liu, A, Hamel C, Hamilton RI, Ma BL and Smith DL. 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays*) grown in soil at different P and micronutrients levels. Mycorrhiza 9: 331-336.

Lopes, RV, Bespalhok FJ, Araujo LM, Vieira RF, Daros E and Augusto OR. 2012. The selection of sugarcane that display better associations with plant growth promoting rhizobacteria. J. Agr. 11: 43-54.

Miller, M. H. 2000. Arbuscular mycorrhizae and the phosphorus nutrition of maize: A review of Guelph studies. Can. J. Plant Sci. 80: 47-52

Montes GN, Pecina QV, Cisneros LM y García GM. 2010a. RB Cañero: Sorgo dulce para la producción de etanol. Folleto Técnico No. 43. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. 31 p.

Montes GN, Salinas GJ, González JA, Loredo PR y Díaz PG. 2010b. Guía técnica de producción de sorgo dulce [*Sorghum bicolor*] en Tamaulipas. Folleto Técnico No. 49. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. 35 p.

Nadeem, SM, Ahmad M, Zahir A, Javaid A and Ashraf M. 2014. The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. Biotechnol. Adv. 32: 429-448.

Plenchette, C., Dauphin, CC, Maynard, JM and Fortin, JA. 2005. Managing arbuscular mycorrhizal fungi in cropping systems. Can. J. Plant Sci. 85: 31-40.

Prasad, S. Singh, A, Jain, N and Joshi, HC. 2007. Ethanol production from sweet sorghum syrup for utilization as automotive fuel in India. Energy Fuels 21: 2415-2420.

Rodríguez, YY, Pons BN, Fernández MF y Rodríguez HP. 2004. Estudio comparativo de seis cepas de hongos micorrízicos arbusculares en su interacción con el tomate (*Lycopersicun esculentum*). Ecol. Apl. 3: 162-171.

Rojas, RK. y Ortuño, N. 2007. Micorriza arbuscular en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola. Acta Nova 3: 697-719.

Sharma, S, Gupta, R, Dugar, G, and Srivastava, A. 2012. Impact of application of biofertilizers on soil structure and resident microbial community structure and function. In: Maheshwari DK. (ed.). Bacteria in Agrobiology: Plant Probiotics. Hauz Khas, New Delhi. Pp. 65-79.

Smith, GS y Read, DJ. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. 3nd ed. Academic Press. London. 750 p.

Subramanian, SK, and Charest, C. 1999. Acquisition of N by external hyphae of an arbuscular mycorrhizal fungus and its impact on physiological responses in maize under drought-stressed and well-watered conditions. Mycorrhiza 9: 69-75

Valadez GJ, García JC, Zavala GF y Valle RL. 2011. Producción de biomasa y concentración de azúcares de sorgo dulce en la región Huasteca Tamaulipeca. Revista UDO Agr. 11: 58-70.

DINAMICA DE AZUCARES SOLUBLES LIGADA A LA FENOLOGIA Y APLICACIÓN DE FITOHORMONAS Y FERTILIZANTES ORGANICOS EN *Caladium bicolor*

Luis Manuel Valenzuela Núñez[1], Carmen Benítez Salazar[1], Simón Adahir Jaritas Alvarado[1,3], Sonia Paulina Barraza Morán[1,2], Uriel Calderón Villegas[1]

[1]Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Facultad de Ciencias Biológicas UJED
Av. Universidad S/N Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35010.
Correo: luisvn70@hotmail.com
[2]Reserva de la Biosfera de Mapimí. Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas. Av. Juárez y Galeana, S/N Col. Centro. Palacio Federal Segundo Piso Local 210-A. Torreón, Coah. C. P. 27000.
[3]Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango. Vivero las Auras Blvd. Miguel Alemán 900 Pte. Cd. Lerdo, Dgo. C. P. 35000.

INTRODUCCIÓN

El *Caladium bicolor* es una planta ornamental de hoja caduca, pierde sus hojas de forma sincronizada en otoño-invierno, como adaptación climática, comenzando así la etapa de dormancia. Alcanza de 40-90 cm de altura, se origina desde un rizoma globoso. Son excelentes plantas de jardín y macetas, cultivadas por sus hojas de colores, en forma de una flecha o en forma de corazón, usualmente de 20 a 40 cm de largo, variadamente coloreadas, con puntos o manchas rojo, rosado, blanco o los tres colores, agrupadas en un espádice de 6 a 10 cm de largo, el cual esta subtendida por una espata blanquecina (Deng y Harbaugh, 2006). Las reservas vegetativas son recursos que se acumulan en las plantas y que pueden removilizar de manera posterior para llevar acabo biosíntesis necesarias para el crecimiento y otras funciones (Chapín *et al*., 1990), el crecimiento después de la perdida de hojas requiere carbono disponible (Barbaroux, 2002). La glucosa, procedente de la fotosíntesis produce sacarosa en las hojas. A continuación, este disacárido pasa, primero a las células acompañantes del floema. Provoca la entrada de agua por ósmosis. El agua procede del xilema, que discurre paralelo a los vasos conductores del floema.

Los azucares solubles son de vital importancia en el metabolismo de los seres vivos, desde su condición de ser las unidades estructurales de del almidón respectivamente; intervienen en la regulación endógena de crecimiento y desarrollo vegetal.

Los ácidos húmicos y fúlvicos son productos orgánicos que se obtienen mediante la elaboración de compostas, en la actualidad la elaboración y utilización de estos productos en los cultivos establecidos en la Comarca Lagunera es factible dada la elevada producción de estiércol proveniente de los hatos ganaderos.

Las hormonas vegetales (auxinas, citocininas) son aquellas sustancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se trasladan a otro, donde actúan a muy bajas

concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo ó metabolismo del vegetal. El término "sustancias reguladoras del crecimiento" es más general y abarca a las substancias tanto de origen natural como sintetizadas en laboratorio que determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo ó desarrollo en la planta.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la aplicación de fitohormonas de crecimiento y fertilizantes orgánicos (ácidos húmicos y fulvicos) sobre la dinámica de azúcares solubles en plantas de *Caladium bicolor.*

MATERIALES Y MÉTODOS

a) Siembra y aplicación de tratamientos.

La siembra de los tubérculos de *C. bicolor* se llevó a cabo en el mes de agosto 2012 para productos orgánicos y septiembre del 2012 para productos hormonales, el tubérculo se sembró en sustrato Peat Moss®, en la maceta de plástico color negro con un volumen de 11 L a una profundidad de 10 cm. colocado al centro de la maceta.

La aplicación de los tratamientos de los productos orgánicos y hormonales se realizó a los 8 días después de la siembra respectivamente; para el caso de los productos orgánicos se efectuó una segunda aplicación en la etapa de floración. Los tratamientos se aplicaron de manera manual, disolviendo la sustancia estudiada en un litro de agua para cada maceta. El riego de las plantas se efectuó constantemente para mantenerlo con suficiente humedad, ya que es un cultivo que es nativo del Amazonas y se está introduciendo a la Comarca Lagunera.

Cuadro 1. Tratamientos de productos orgánicos.

Tratamiento	Dosis de producto orgánico
T1 (Testigo)	0 ml
T2	4 ml.
T3	8 ml.

Cuadro 2 Tratamientos de productos hormonales.

Tratamiento	Dosis de producto hormonal
T1 (Testigo)	0
T2	30 ml l^{-1} Auxinas
T3	30 ml l^{-1} Citocininas
T4	30 ml l^{-1} Auxinas + 30 ml l^{-1} Citocininas

b) Manejo de la muestra

El proceso para determinar la concentración de azucares solubles consistió en tomar tres muestras al azar por tratamiento en cada etapa fenológica: 1) Floración y 2) Dormancia". La planta se extrajo de la maceta, se retiró el sustrato para lavar y separar el tubérculo de la planta. Las tres estructuras limpias (tubérculo, hoja y raíz), se cortaron en trozos pequeños y se introdujeron en bolsas de aluminio perforadas y fueron sumergidas en nitrógeno líquido y posteriormente se colocaron en un ultra congelador (Revco® Value Plus Thermo Scientific®) a -80° C, con el fin de detener los procesos enzimáticos; de esta forma, las muestras pueden ser almacenadas por meses sin afectar la concentración de reservas vegetativas.

Las muestras fueron sometidas a un proceso de liofilización (Liofilizador Labconco®), durante una semana para extraer la humedad de las muestras. Una vez liofilizadas las muestras, se molieron en un molino de cuchillas (Fritsch Pulverisette 15®) hasta obtener un polvo fino, se tomó el peso seco de la muestra y se almacenaron en vasos esterilizados con tapa para determinar la concentración de aminoácidos y azucares solubles presentes en las estructuras de *C. bicolor*.

c) Cuantificación de azúcares solubles.

Para cuantificar los azucares solubles, se estableció una curva de calibración utilizando sacarosa como estándar, realizando concentraciones conocidas para su lectura en el espectrofotómetro UV- Visible (Genesys 20® Thermo Scientific®).

Para determinar la concentración de azucares solubles se utilizó la metodología de van Handel (1968). Se pesaron 10 mg de materia seca en un micro tubo Eppendorf® de 2 ml con una balanza analítica (Pioner Ohaus®), se le coloco un balín de acero inoxidable y 500µl de una solución de extracción (etanol/agua 70/30) posteriormente se pasó a un Vortex® durante 5 minutos. Las muestras se centrifugaron (Spectrafuge 16M® Labnet International) a 10,000 rpm a una temperatura de 4°C por 15 minutos. La extracción de la solución de azucares solubles se colocó en un micro tubo limpio de 2 ml. La extracción se repitió dos veces más

Las tres extracciones de azucares solubles se mezclaron en un solo tubo, se extrajeron 800µl de solución y se mezcló con 1 ml de solución de antrona/H_2SO_4.Los micro tubos se dejaron enfriar a temperatura ambiente, se perforaron y se pusieron a hervir durante 10 minutos a 100° C, y se tomó la lectura a 625 nm. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS (Trial).

RESULTADOS Y DISCUSION

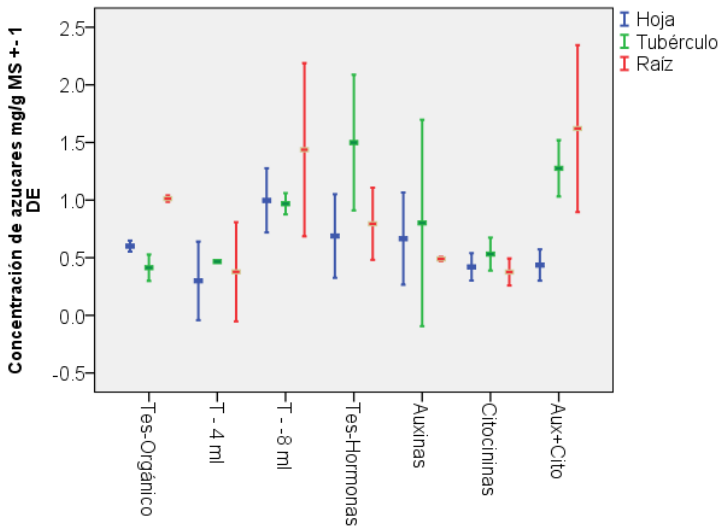
a) Concentración de azucares en la etapa de floración

Los datos se tomaron a lo largo del ciclo de vegetativo de *C. bicolor* de la etapa de floración a la etapa de dormancia, que presentaron cinco meses del desarrollo fisiológico de la planta. La aplicación de los productos orgánicos a la especie de *C. bicolor*, presento un efecto positivo y significativo en la concentración de azucares en tubérculo, de acuerdo a lo reportado por Eewin y Wareing (1978) y Hartmann y Kester (1999).

Se realizaron los análisis estadísticos descriptivos correspondientes para comparar la ganancia en la producción de azucares presentes en las estructuras de *C. bicolor* para la etapa vegetativa.

Se realizó una prueba ANOVA para la comparación entre los tratamientos en cuanto a la producción de azucares presentes en las estructuras de *C. bicolor* obteniendo el siguiente resultado:

Para la etapa vegetativa no hubo diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a la concentración de azucares presentes en la hoja de *C. bicolor* (F = 2.146, g.l. = 6, 14; P = 0.112), mientras que en el tubérculo de *C. bicolor* hubo diferencia significativa entre los tratamientos (F = 3.383, g.l. = 6, 14; P = 0.028), al igual que la raíz de *C. bicolor* presento diferencia significativa entre los tratamientos (F = 4.390, g.l. = 6, 14; P = 0.011) respectivamente (Grafica 1).



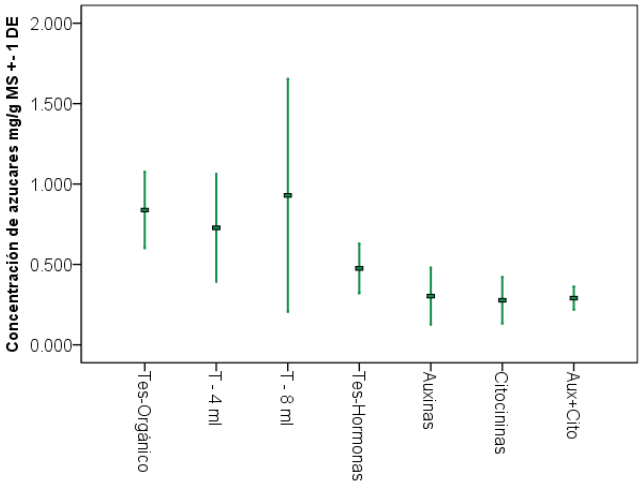
Gráfica. 1. Comparación de la concentración de azucares y efecto de aplicación de fitohormonas y fertilizantes orgánicos en tres estructuras de plantas de *Caladium bicolor* en la etapa vegetativa.

b) Concentración de azucares en la etapa de dormancia.

Se realizaron los análisis estadísticos descriptivos correspondientes para comparar la ganancia en la producción de azucares solubles presentes en el tubérculo de *C. bicolor* para la etapa de dormancia. La descripción estadística se encuentra en el cuadro 7.

Se realizó una prueba ANOVA para la comparación entre los tratamientos en cuanto a la producción de azucares solubles presentes en tubérculo de *C. bicolor* obteniendo el siguiente resultado.

No hubo diferencia significativa entre los tratamientos (F = 2.604, g.l. = 6, 14; P = 0.066) en cuanto a la concentración de azucares solubles presentes en el tubérculo de *C. bicolor* (Gráfica 2).



Gráfica 2. Comparación de la concentración de azúcares y efecto de aplicación de fitohormonas y fertilizantes orgánicos en tubérculo de la planta de *Caladium bicolor*.

La concentraciones de los azucares solubles para la etapa vegetativa en tubérculo fue significativa entre los tratamientos (F= 3.383, g.l.=6,14; P=0.028) a diferencia de la etapa de dormancia en la que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, Claassens (2002) encontró que durante la iniciación de la dormancia hay síntesis de almidón, mientras que al final de la misma (final dormancia inicio de brotación) predomina el desdoblamiento de esta molécula hacia sus monómeros constituyentes, en este caso la sacarosa (Suttle, 2007).

La concentración de azucares solubles en la raíz también presentó una diferencia entre los tratamientos (F=4.390, g.l.=6,14; P=0.011) siendo el tratamiento de fitohormonas auxinas+citocininas donde se presentó mayor concentración. Para la época de brotación la concentración azucares fue también significativa solo que los azucares deben de estar de forma libre para la producción de almidón que darán origen a nuevo follaje que utilizarán para realizar la fotosíntesis concordando con lo dicho por Kozlowsky y Pallardy (1997). Ya que requiere de un gran gasto energético de reservas el pasar de la etapa de reposo o dormancia al de rebrote,

concordando con Handreck (1992), para evitar este gasto de reserva se recomienda la aplicación directa de fertilizantes vegetales (Chen *et al*., 1996).

CONCLUSIONES

La implementación de los fertilizantes orgánicos en la especie de *Caladium bicolor* tiene una influencia positiva y significativa en cuanto a la producción de aminoácidos y azucares en el tubérculo, en las dos etapas fenológicas, lo cual puede tomarse en cuenta para proporcionar las reservas vegetativas indispensables para la especie para un mayor rendimiento y de esa forma proporcionar las condiciones óptimas para la especie, además que esta pueda responder ante las adversidades climáticas de una forma más eficiente.

El presente trabajo servirá de antecedente para seguir generando conocimiento científico y tecnológico sobre el manejo de especies exóticas, mediante la manipulación de diferentes tratamientos y la medición de otras variables importantes en el desarrollo fisiológico vegetal.

BIBLIOGRAFIA

Barbaroux C. 2002. Analyse et modelisation des flux de carbone de peuplements forestiers pour la compréhension de la croissance de deux espéces feuillue *Quercus petraea* et *Fagus sylvatica* These de l'Universite Henri Poincare Nancy 1. Nancy, France.

Chapin, F. S., E. D. Schulze and H. A. Mooney. 1990. The ecology and economics of storage in plants. Annu. Rev. Ecol. Syst. 21: 423-447.

Chen, Y., Magel, H. y Riov, J. 1994. Humic substances originating from rapidity decomposing organic matter: properties and effects on plant growth. En Senesi, N. and Miano, M.T. (Eds.). Humic substances in the global environment and implications on human health. 1994. Elsevier science B.V. Pp.427-443.

Claassens, M. M. J. 2002. Carbohydrate metabolism during potato tuber dormancy and sprouting. Tesis de doctorado. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.

Deng, Z. and B. K. Harbaugh, 2006. 'Garden White'-A large white fancy-leaved Caladium for sunny landscapes and large containers. Hort. Sci., 41: 840–2

Ewing, E. E. and Waering, P. F. 1978. Shoot, stolon and tuber formation on patato (*Solanum tuberosum* L.) cuttings in response to photoperiod. Plant Physiol. 61:348-353.

Hartmann, H. and Kester, D. 1999. Propagación de plantas. Principios y práctica. Séptima edición, México, D.F. 532-534 PP.

Kozlowski, T. T.; Pallardy, S. G. 1997. Physiology of woody plants. Academic Press. San Diego, California, USA. 411 p.

Suttle, J.C. 2003. Auxins-induced sprout growth inhibition: role of endogenous ethylene. Amer. J. Potato Res. 80, 303 309.

van Handel E. 1968. Direct microdetermination of sucrose. Analytical Biochemistry 22: 280283.

CARACTERÍSTICAS DE PLANTA Y PRODUCTIVIDAD DE SORGO CON DOSIS DE MICORRIZA ARBUSCULAR EN TAMAULIPAS

Arturo Díaz Franco[1], Florencia Alejandro Allende[1*] y Flor Elena Ortiz Chairez[1]

[1]Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Carr. Matamoros-Reynosa, km 61, Río Bravo, Tamaulipas. C.P. 88900. *Autor para correspondencia: alejandro.florencia@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En el norte de Tamaulipas el sorgo (*Sorghum bicolor*) es el cultivo de mayor importancia sembrado en una superficie anual de 700 mil hectáreas, principalmente de temporal, con un rendimiento medio de grano de 2.4 t/ha, valor crítico en la relación beneficio-costo (Salinas, 2006; Williams *et al*., 2006). La fertilización química es de alto costo en la producción de sorgo de riego, aunque necesaria, por lo mismo, es poco común su uso en temporal. Por lo que se requieren opciones económicas y efectivas que cumplan con el objetivo de coadyuvar en la nutrición de las plantas para su desarrollo, aumentar los rendimientos, así como la rentabilidad y competitividad de la producción (Williams *et al*., 2006; Díaz *et al*., 2008).

La inoculación con hongos micorrízicos arbusculares (HMA) ha mejorado la productividad de diversos cultivos (Kaya *et al*. 2003; Al-Karaki *et al*. 2004; Díaz-Moreno *et al*. 2007). El impacto de la colonización de HMA se ha manifestado en un mejor aprovechamiento de agua y de los nutrimentos inmóviles del suelo como fósforo, zinc y cobre, en el incremento de longitud y profundidad radical y el desarrollo de hifas externas. Además, los HMA han favorecido a la acción protectora contra algunos patógenos del suelo (Jeffries *et al*. 2003).

En Tamaulipas se ha demostrado que la inoculación de la semilla de sorgo con el HMA Rhizophagus intraradices (micorriza INIFAP), tiene impacto en la productividad en diferentes agroambientes (*Díaz et al., 2013*) y en otras regiones (*Amado et al., 2012*). Esta cepa proviene de colectas regionales y es propagada en el Campo Experimental General Terán, INIFAP (*Peña et al., 2007*). En función a esa cantidad de inoculo se ha determinado que la dosis del inoculante sugerida es de 0.5 kg/ha para sorgo y maíz (*Irízar et al., 2003; Zavala et al., 2009*). No obstante, se ha observado que, a criterio de productores de sorgo, utilizan dosis superiores o inferiores a las indicadas. Por lo anterior, el objetivo del trabajo consistió en evaluar la efectividad y productividad de sorgo inoculado a diferentes dosis de micorriza INIFAP comparado con el testigo sin inoculación o del productor.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el ciclo otoño-invierno 2010 en el norte de Tamaulipas, donde se establecieron tres parcelas de sorgo en terrenos de productores. La fecha de siembra, el híbrido de sorgo y otras prácticas agronómicas fueron las realizadas por el productor. Las localidades fueron las siguientes: 1) Brecha 109 N/12 (25° 50' 11'' N, 98° 01' 51'' O, 25 msnm), condición de riego de Río Bravo, Tam., el híbrido 'D-47' sembrado el 10 de febrero, en suelo fertilizado a dosis de 80 kg/ha de N; 2) Brecha 109 N/0 (25° 40' 42'' N, 98° 02' 09'' O, 23 msnm), condición de riego de Río Bravo, Tam., se utilizó el híbrido 'P-82G66', sembrado el 15 de marzo en suelo fertilizado con 80 y 40 kg/ha de N y P, respectivamente; y 3) localidad "El Vaso", Ej. Villa Cárdenas (25° 53' 57'' N, 97° 48' 49'' O, 20 msnm), condición de temporal de Matamoros, Tam., se utilizó el híbrido 'D-47', sembrado el 8 de marzo en suelo no fertilizado. En las localidades de riego se aplicó un riego de auxilio, por restricciones de la Comisión Nacional del Agua.

En todos los casos la semilla utilizada en una hectárea (7-8 kg) se inoculó con la micorriza INIFAP (≥60 esporas/g de sustrato) a dosis de 250, 500 y 750 g/ha. La mezcla se hizo en un trompo electromecánico, con 60 ml de carboxi metil celulosa como adherente y ≈500 ml de agua. Solamente en la localidad Brecha 109 N/0, se adicionó micorriza INIFAP a dosis de 1000 g/ha. Además, a diferencia de las otras localidades, en la Brecha 109/12 el productor utilizó el inoculante comercial Asia®, el cual se combina 1 kg de micorriza arbuscular (*R. intraradices*) y 500 g de la rhizobacteria *Azospirillum brasilense*, tratamiento considerado como testigo.

Las parcelas ocuparon de 1 a 2 ha donde los tratamientos se distribuyeron en franjas con tres repeticiones. En cada tratamiento se seleccionaron aleatoriamente cuatro subparcelas de dos surcos de 6 m de longitud. Las variables medidas en el estado de floración fueron: a) índice de clorofila SPAD (n=75), con un determinador Minolta SPAD-502®, tomado de la parte central de la hoja bandera; y b) peso de la biomasa foliar y radical seca (n=21). En madurez fisiológica las variables fueron: a) longitud de panoja; y b) rendimiento de grano ajustado al 14 % de humedad. Los datos obtenidos se analizaron mediante comparaciones con la prueba de t-student. Además, se obtuvo el indicador beneficio/costo (B/C) de la producción en cada tratamiento y localidad mediante la ecuación B/C=R x P/C, donde R es el rendimiento, P el precio medio rural y C el costo de producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la localidad Brecha 109 N/12, Río Bravo, Tam., las variables clorofila SPAD y la longitud de panoja no mostraron variaciones significativas en los tratamientos. No obstante, para el resto de las variables, en general los tratamientos sobresalientes fueron la dosis de 750 y 500 g de

micorriza INIFAP y el inoculante Asia, utilizado por el productor, los cuales impactaron de manera favorable en la biomasa foliar y radical seca y en el rendimiento, estos tratamientos fueron superiores a los obtenidos con la de 250 g (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de planta de sorgo ('D-47') y rendimiento de grano con tratamientos de dosis del inoculante Micorriza INIFAP en la localidad Brecha 109/12, Río Bravo, Tam. [§]Testigo del productor (1 kg de micorriza arbuscular + 500 g de rhizobacteria); *Valores diferenciados mediante t-student.

Dosis	Clorofila	Biomasa (g)		Longitud de	Rendimiento
(g/ha)	(SPAD)	Foliar	Radical	panoja (cm)	(kg/ha)
500	46.3 b*	74.5 a	10.5 a	25.4	4700 a
Asia[§]	44.1 ab	70.0 a	10.3 a	24.4	4678 a
750	45.2 b	63.5 ab	9.7 a	24.0	4611 a
250	43.1 a	46.0 b	6.4 b	23.8	4120 b

En la localidad Brecha 109/0, Río Bravo, Tam., donde se incluyó adicionalmente la dosis de 1000 g, los resultados indicaron que no hubo diferencias para la variable clorofila SPAD. Para biomasa foliar seca, todos los tratamientos superaron al testigo de forma similar (63.6 g, promedio). En las variables biomasa radical seca, longitud de panoja y rendimiento de grano, destacaron las dosis de 500, 750 y 1000 g (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de planta de sorgo ('P-82G66') y rendimiento de grano con tratamientos de dosis del inoculante Micorriza INIFAP en la localidad Brecha 109/0, Río Bravo, Tam. *Diferencias mediante t-student.

Dosis	Clorofila	Biomasa (g)		Longitud de	Rendimiento
(g/ha)	(SPAD)	Foliar	Radical	panoja (cm)	(kg/ha)
1000	47.9	64.5 a*	10.3 a	24.2 ab	4779 ab
750	48.5	60.5 a	11.0 a	24.0 ab	4939 a
500	50.3	64.0 a	10.7 a	25.7 a	5041 a
250	48.9	65.5 a	7.5 b	21.2 c	4615 b
Testigo	46.3	41.5 b	6.6 b	21.3 c	3466 c

En la condición de temporal localidad 'El Vaso' del Ej. Cárdenas, Matamoros, Tam., se observaron variaciones en todas las variables, donde destacaron las dosis de 750 y 500 g/ha (Cuadro 3). Es probable que las diferencias exhibidas en el índice de clorofila, y en contraste de las otras localidades, obedezcan a la interacción entre sorgo cultivado de temporal y en suelo no fertilizado.

Cuadro 3. Características de planta de sorgo ('D-47') y rendimiento de grano con tratamientos de dosis del inoculante Micorriza INIFAP en la localidad Ej. Cárdenas, Matamoros, Tam. *Diferencias mediante t-student.

Dosis (g/ha)	Clorofila (SPAD)	Biomasa (g)		Longitud de panoja (cm)	Rendimiento (kg/ha)
		Foliar	Radical		
750	40.7 a*	56 a	13.4 a	25.0 a	3525 a
500	40.5 a	59 a	12.7 a	26.2 a	3723 a
250	37.0 b	45 ab	11.7 a	21.9 b	3233 b
Testigo	35.6 b	32 b	8.3 b	21.0 b	3006 b

El análisis económico demuestra la viabilidad y eficiencia del manejo con la inoculación de micorriza INIFAP en dosis de 500 g/ha (Cuadro 4).

Cuadro 4. Relación beneficio-costo (B/C) de la producción de sorgo con dosis de micorriza INIFAP en tres localidades del norte de Tamaulipas. Precio medio rural= $2,500.00/t (SIAP, 2014).

Dosis (g/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Costo de producción ($)	Ingreso neto ($)	Relación B/C
Brecha 109/12, Río Bravo, Tam.				
500	4700	8,393.90	3,356.10	1.40
Asia	4678	8,602.20	3,092.80	1.36
750	4611	8,395.70	3,131.80	1.37
250	4120	8,265.00	2,035.00	1.25
Brecha 109/0, Río Bravo, Tam.				
1000	4779	9,032.70	2,914.80	1.32
750	4939	9,044.30	3,303.20	1.37
500	5041	9,044.90	3,557.60	1.39
250	4615	8,945.20	2,592.30	1.29
Testigo	3466	8,708.20	-43.20	1.00
Ej. Cárdenas, Matamoros, Tam.				
750	3525	4,683.70	4,128.80	1.88
500	3723	4,702.50	4,605.00	1.98
250	3233	4,590.70	3,491.80	1.76
Testigo	3006	4,528.80	2,986.20	1.66

CONCLUSIONES

Con la información obtenida sobre las características de planta, el rendimiento de grano de sorgo y la rentabilidad en las parcelas evaluadas, se concluye que la dosis óptima del inoculante Micorriza INIFAP en sorgo es de 500 g en la semilla por hectárea.

BIBLIOGRAFÍA

Al-Karaki G, McMichael B and Zak J. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. Mycorrhiza 14: 263-269.

Amado AJ, Ávila MM y Ramírez VO. 2012. Micorriza INIFAP y el incremento de la productividad de avena y maíz en el estado de Chihuahua. En: Aguado SG (ed). Introducción al uso y manejo de los biofertilizantes en la agricultura. SAGARPA-INIFAP. Pp: 269-295.

Díaz FA, Cortinas EM, Garza CM, Valadez GJ y Peña RM. 2013. Micorriza arbuscular en sorgo bajo diferente manejo agrotecnológico y ambiental. Rev. Mex. Cien. Agr. 4: 215-228.

Díaz FA, Garza CI, Pecina QV y Montes GN. 2008. Respuesta del sorgo a micorriza arbuscular y *Azospirillum* en estrés hídrico. Rev. Fitotec. Mex. 31:35-42.

Ferrera, C.R. y Alarcón, A. 2008. Biotecnología de hongos micorrízicos arbusculares. In: Díaz, F.A. y Mayek, P.N. (Eds.). La biofertilización como tecnología sostenible. Plaza y Valdés, CONACYT. México. 25-38 pp.

Irízar GM, Vargas P, Garza D, Tut C, Rojas M, Trujillo A, García R, Aguirre M, Martínez J, Alvarado S, Grageda O, Valero J, Aguirre J. 2003. Respuesta de cultivos agrícolas a los biofertilizantes en la región central de México. Agr. Téc. Méx. 29: 213-225.

Jeffries P, Gianinazzi S, Perotto S, Turnau K and Baera J. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. Biol. Fert. Soils 37: 1-16.

Kaya C, Higgs D, Kirmak H and Tas I. 2003. Micorrhizal colonization improves fruit yield and water use efficiency in watermelon (*Citrullus lanatus*) grown under well-watered and water-stressed conditions. Plant Soil 253: 287-292.

Peña del Río MA, Díaz FA, Montes GN. 2007. Aislamiento e identificación de hongos micorrízicos arbusculares de la región semiárida de Tamaulipas. Libro II Foro Internacional Biológico Agropecuario. Universidad Veracruzana, México. Pp: 468-476.

Salinas GJ. 2006. Labranza para la conservación de suelo y agua en el norte de Tamaulipas. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Publ. Especial 25.

SIAP (2014). Cierre de la producción agrícola por cultivo en el estado de Tamaulipas [en línea]. www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/ 15/03/2016

Williams AH, Montes GN y Pecina QV. 2006. Sorgo. En: Rodríguez L. (ed.). Campo Experimental Río Bravo: 50 años de la investigación agropecuaria en el norte de Tamaulipas. Libro Técnico No. 1. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. 325 p.

Zavala MG, Hilerio AM, Brindis SA y Gómez OD. 2009. Evaluación de efectividad biológica del biofertilizante a base de micorriza arbuscular del INIFAP. Reporte Técnico. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas, México.

FERTILIZACIÓN BIOLÓGICA COMO ALTERNATIVA PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN REPOLLO

Arturo Díaz Franco[1], Manuel Alvarado Carrillo[1], Florencia Alejandro Allende[1*] y Flor Elena Ortiz Chairez[1]

[1]Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Carr. Matamoros-Reynosa, km 61, Río Bravo, Tamaulipas. C.P. 88900. *Autor para correspondencia: alejandro.florencia@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El uso continuo de fertilizantes químicos para mejorar la productividad agrícola ha tenido repercusiones económicas y ambientales negativas, esto debido a los altos precios y como contaminantes de los agro-ecosistemas. La fertilización biológica se basa en la utilización de insumos naturales (abonos orgánicos, compostas, biosólidos y microorganismos como hongos y bacterias) para mejorar la absorción de nutrientes en la rizósfera, producir estimulantes de crecimiento para las plantas, mejorar la estabilidad del suelo, biodegradar sustancias, reciclar nutrientes, favorecer sinergias microbianas, entre otros. Adicionalmente, su uso permite mejorar la productividad por área cultivada en corto tiempo, consumir menores cantidades de energía, mitigar la contaminación del suelo y el agua, incrementar la fertilidad del suelo y favorecer el control biológico de fitopatógenos (Bouajila y Sanaa, 2011; Carbajal y Mera, 2010). Los abonos orgánicos tienen el potencial de ser una fuente de nutrientes económica y de gran eficacia en la nutrición de los cultivos. Dentro de los estiércoles, la gallinaza y la porqueraza son los más ricos desde el punto nutrimental y de mayor liberación de nutrimentos en el primer año (Eghball *et al.*, 2002; Hue y Silva 2000).

La bioinoculación a través del empleo de microorganismos benéficos, representa importante alternativa tecnológica con potencial para coadyuvar en la productividad en los sistemas agrícolas y dentro de una agricultura sostenible. Diferentes estudios sobre bioinoculación en el agro mexicano han demostrado beneficios en la producción de granos (Aguirre, 2010; Díaz y Mayek, 2008) y en particular con algunas hortalizas (Alvarado *et al*., 2007; Mata *et al*., 2009). No obstante, es poco conocida la influencia que pudieran tener los abonos orgánicos y la bioinoculación en los cultivos. El propósito del presente estudio consistió en comparar el 100% de la fertilización química (tratamiento testigo) con el efecto del abono orgánico (gallinaza), la inoculación del HMA *Rhizophagus intraradices* (Micorriza INIFAP) y el 50% de fertilización química, independientes o en combinación, en las características de planta y la producción de repollo (*Brassica oleracea* var *capitata*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, en suelo arcillo-arenoso,

pH 8.4, N, P y K con 80, 26 y 1433 mg/kg, respectivamente. La inoculación micorrízica (>40 esporas/g) fue durante la siembra en almácigo con charolas a razón de 0.5 g/cavidad; la gallinaza (3 t/ha) y el fertilizante químico se incorporaron al suelo en presiembra. Los tratamientos fueron: a) testigo, 100% de fertilización química (100-40-00; 100%-FQ) (Ramírez, 2001); b) Micorriza INIFAP + 50%-FQ; c) gallinaza + 50%-FQ; d) Micorriza INIFAP + gallinaza + 50%-FQ; y e) Micorriza INIFAP + gallinaza. Se utilizó la gallinaza procesada y deshidratada Meyfer® (4.64% N total, 5.42% P, 3.13% K, 338 mg/kg Cu, 6588 mg/kg Fe, 799 mg/kg Mn, 568 mg/kg Zn, 42.1% M.O.). El trasplante se realizó el 8 de noviembre de 2013 con plántulas de repollo (var. 'Copenhagen Market') de 20 días de sembradas en almácigo, a una densidad de 40,000 plantas/ha, en unidades experimentales conformadas en camas a doble hilera de 1.6 x 5 m. Su distribución fue mediante diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El manejo fue mediante el sistema de riego por goteo. Para humedecer el terreno antes del trasplante se instaló cintilla calibre 8000 en el centro de las camas, los riegos de 1 L/h espaciado cada 30 cm con una presión de operación de 8 lb/pulg^2, se aplicaron durante tres días consecutivos mediante una bomba hidráulica de 2 HP conectada a una pileta. Las variables medidas fueron el índice de clorofila (SPAD) el 9 de enero y 5 de febrero (n=40); el diámetro de planta (17-feb), en cosecha el diámetro y peso de macollo (n=48) y el rendimiento total de cuatro cortes (10, 17, 24 feb y 5 mar de 2014). Los datos se sometieron a análisis de varianza. Además, se realizó análisis económico a través del beneficio-costo con la ecuación B/C=R x P/C, donde R es el rendimiento obtenido, P el precio medio rural y C el costo de producción para cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos no influyeron en las variables evaluadas, las cuales promediaron 42.0 SPAD, 35.5 cm en diámetro de planta, 15.5 cm en diámetro de macollo, 1.330 kg en peso de fruto, y 55.6 t/ha en el rendimiento (Cuadro 1). Estos rendimientos se encuentran muy por encima a los registrados por Ramírez (2001) en el sur de Tamaulipas, los cuales los registra entre 20-30 t/ha. La respuesta de la planta indica que la inoculación micorrízica en combinación con gallinaza o con la mitad de la fertilización química, igualaron al efecto del tratamiento testigo fertilizado (100-40-00). Esto es, las necesidades nutrimentales del cultivo para su crecimiento y producción, fueron subsanadas con cualquiera de los tratamientos evaluados, aunque desde el punto de vista agroecológico la combinación micorriza-gallinaza representa el manejo más eficiente. Desgan y Bozkoylu (2007) determinaron que las concentraciones foliares de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu en calabacita, fueron semejantes o con pequeñas diferencias entre plantas con fertilización orgánica e inorgánica. Sánchez y Ramírez (2011) registraron resultados semejantes cuando

aplicaron vermicomposta e inoculación de micorriza arbuscular en la producción de chile habanero.

Cuadro 1. Características de planta y productividad del repollo con adición de gallinaza, micorriza arbuscular y la mitad de la fertilización química.

Tratamiento	SPAD		Planta	Macollo		Rendimiento
	09-ene	05-feb	Diám. (cm)	Peso (kg)	Diám. (cm)	(t ha^{-1})
100-40-00 (FQ100%)	41.17	35.40	35.40	1.344	15.45	55.4
Micorriza+FQ50%	41.33	34.78	34.78	1.344	15.58	56.7
Gallinaza+FQ50%	43.33	35.58	35.58	1.381	15.43	57.1
Micorriza+gallinaza+FQ50%	41.93	35.35	35.35	1.298	15.43	55.3
Micorriza+gallinaza	42.33	36.75	36.75	1.286	15.73	53.9
Significancia F	*0.115*	*0.085*	*0.087*	*0.606*	*0.857*	*0.622*
CV	*2.7*	*2.8*	*2.5*	*6.9*	*2.9*	*6.0*

Cuadro 2. Análisis económico de la producción de repollo* en los tratamientos con la estimación del beneficio/costo. *Micorriza, $40.00/ha; 100-40-00, $2,091.50; gallinaza + incorporación, $1,700.00.

Parámetro	100-40-00 (FQ100%)	Micorriza + FQ50%	Gallinaza + FQ50%	Micorriza + gallinaza + FQ50%	Micorriza + gallinaza
Rendimiento (t ha^{-1})	55.4	56.7	57.1	55.3	53.9
Costo de producción ($)	40,746.50	39,740.75	44,000.75	44,040.75	42,845.00
Precio Medio Rural ($/t)	3,300.00	3,300.00	3,300.00	3,300.00	3,300.00
Ingreso total ($)	182,820.00	187,110.00	188,430.00	182,490.00	177,870.00
Ingreso neto ($)	142,073.50	147,369.25	144,429.25	138,449.25	135,025.00
Beneficio/Costo	4.5	4.7	4.3	4.1	4.2

El análisis económico en función al rendimiento obtenido en los tratamientos, indicó que el manejo con la mayor rentabilidad fue mediante la combinación entre la inoculación con *R. intraradices* (Micorriza INIFAP) y la adición del 50% de la fertilización química, tratamiento que alcanzó 4.7 en el beneficio-costo, y fue superior a la fertilización convencional (100-40-00) (Cuadro 2). Esta práctica demostró ser rentable, debido al menor costo por insumos, además de ser más amigable con el ambiente por contaminación de suelo y agua, como sucede con la fertilización química convencional. Según Adesemoye y Kloepper (2009) los inoculantes microbianos pueden ser capaces de sustituir o disminuir la fertilización inorgánica en los cultivos ya que promueven el crecimiento de las plantas, mejoran la disponibilidad y la absorción de nutrientes, y la sanidad de las plantas.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones durante el estudio, los resultados obtenidos indicaron que, con manejo alternativo, es posible reducir o sustituir la fertilización química en el repollo. La práctica más rentable (b/c= 4.7) consistió mediante la inoculación micorrízica en almácigo y la adición del 50 % de la fertilización química (50-20-00). La combinación de inoculación micorrízica y gallinaza, podría representar una práctica con factibilidad para la producción orgánica.

BIBLIOGRAFÍA

Adesemoye AO and Kloepper JW. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. Appl. Microbiol. Biotechnol. 85: 1-12.

Aguirre MF. 2010. Los biofertilizantes microbianos: Alternativa para la agricultura en México. Campo Experimental Rosario Izapa, INIFAP. Folleto No. 5. 68 p.

Alvarado CM, Díaz FA y Garza CI. 2007. Micorrización de okra (*Abelmoschus esculentus*) en riego por goteo. Rev. Fitotec. Mex. 30:437-441.

Baera J M. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhizae as modifiers of soil fertility. Adv. Soil Sci. 15: 1-40.

Bouajila K and Sanaa M. 2011. Effects of organic amendments on soil physic-chemical and biological properties. J. Mater Environ. Sci. 2: 485-490.

Calvo P, Watts DB, Ames RN, Kloepper JW and Torbert HA. 2013. Microbial-based inoculants impact nitrous oxide emissions from an incubated soil medium containing urea fertilizers. J. Environ. Qual. doi:10.2134/jeq2012.0300

Carvajal MJ y Mera BA. 2010. Fertilización biológica: técnica de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. Producción 5: 78-96.

Desgan HY and Bozkoylu A. 2007. Comparison of organic and synthetic-inorganic nutrition of soilless grown summer squash. Acta Hort. 247: 523-528.

Díaz FA y Mayek PN. 2008 La biofertilización como tecnología sostenible. Plaza y Valdés. 255 p.

Eghball B, Wienhold BJ, Guillery JE and Eigenberg RA. 2002. Mineralization of manure nutrients. J. Soil Water Conservation 57: 470-473.

Hue NV and Silva JA. 2000. Organic soil amendments for sustainable agriculture. In: Plant Nutrient Management. Silva JA and Uchida R, eds. University of Hawaii. Pp. 133-144.

Mader P, Endenhofer S, Boller T, Wienken A and Niggli U. 2000. Arbuscular mycorrhizae in long-term field trail comparing low-input (organic, biological) and high-input (conventional) farming systems in a crop rotation. Biol. Fert. Soils 31: 150-156.

Mata VH, Ramírez MM y Peña RMA. 2009. Biofertilización en chile serrano con goteo y fertirrigación. Memoria 6ª. Convención Mundial del Chile. Mérida, Yuc., México. Pp: 267-273.

Ramírez MM. 2001. Manual para la producción de hortalizas menores en el sur de Tamaulipas. Campo Experimental Sur de Tamaulipas. Folleto p/productores No. 1. 48 p.

Sánchez MD y Ramírez MM. 2011. Efecto de la aplicación de micorriza y fertilizantes biológicos y orgánicos en la producción de semilla de chile habanero. Memoria 8ª. Convención Mundial del Chile. León, Gto., México. Pp: 161-162.

PRODUCTIVIDAD AGRICOLA DEL MANZANO (*Malus domestica* Borkh.) PRODUCIDO EN CUAUHTEMOC, CHIHUAHUA MÉXICO

José Luis Ríos Flores[1]*, Emmanuel Perez Salinas[1], Miriam Torres Moreno[2], Marco Antonio Torres Moreno[3], Cayetano Navarrete Molina[1]

[1]Universidad Autónoma Chapingo – Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Carretera Gómez Palacio – Ciudad Juárez Km 38.5., Bermejillo, Durango. México. CP 35230 e-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable). [2]SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo, Durango. [3]Innovación Ambiental para la Conservación y Desarrollo Sustentable A.C. Diego Rivera No.1 Int. 203 Unidad ISSSTE Texcoco Edo de México.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua, destaca por su dinámica e importante producción agroindustrial, particularmente en la producción de manzana (Díaz *et al.,* 2014), que contribuye con el 28% de la producción estatal, 34% del Valor Bruto de la Producción y 8 millones de jornales al año (SIAP, 2014), lo que indica la importancia económica que tiene el manzano para esa región. El estado de Chihuahua, durante el ciclo agrícola 2014 empleó un total de 1 285 600 Millones de metros cúbicos (Mm^3), para el riego de 92, 521 hectáreas (CONAGUA, 2015). De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2015), la extracción anual en el acuífero de Cuauhtémoc, Chihuahua es de 311.28 Mm^3, mientras que las recargas se estiman en 115.2 Mm^3, teniendo un déficit de alrededor de 196.8 Mm^3, por lo que se calcula que el 95% del manzano establecido en Cuauhtémoc, Chihuahua depende del agua de riego extraída de pozo profundo (Ramírez-Legarreta, *et al.,* 2011), la situación resulta agravante y confirma las predicciones realizadas para el acuífero, mismas que señalan que de mantenerse el déficit en las recargas, en el corto plazo no se podrá mantener la extracción, y por consiguiente las actividades agrícolas de la región sufrirán un colapso (García, *et al.,* 2013).

Boutraa, (2010) menciona que ante tal escenario la producción de cultivos en regiones donde el agua es un factor limitante, debe reorientarse a producir mayores rendimientos tanto físicos como económicos, empleando la menor cantidad de agua. En este sentido, cobra importancia el concepto de la productividad del agua, establecido por Kijne *et al.,* (2003), como una medida para determinar la capacidad de los sistemas agrícolas de convertir el agua en alimento. El objetivo de este trabajo fue determinar la productividad agrícola del agua de riego en manzano producido en Cuauhtémoc, Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información

Se utilizaron como datos base las cifras de superficie cosechada, producción física anual y Valor Bruto de la Producción (VBP), reportados para el municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua,

por el SIAP, (2014) para el ciclo agrícola 2013. Posteriormente, a partir de ellos, se obtuvieron las variables de rendimiento físico por hectárea (RF), Precios Medios Rurales por tonelada (PMR). Se utilizó la información de costos de producción por hectárea para los productores de manzana de bajo (BT), mediano (MT) y alto (AT) nivel tecnológico proporcionada por UNIFRUT, con sede en Cuauhtémoc, Chihuahua. Los costos por hectárea proporcionados por la UNIFRUT, están valorados a precios de mercado, precios-productor y precios- a pie de finca, mismos que se cambiaron con base en la paridad cambiaria peso mexicano-dólar americano emitida por el Banco de México al día 14 de abril de 2015 a las 1256 horas, de $15.365 pesos por dólar. Las láminas de riego netas para el cultivo de manzano fueron de 1.1m.

Indicadores de eficiencia y productividad

Para este trabajo se desarrollaron once modelos matemáticos para estimar los indicadores de productividad del agua en términos: físicos (Y_1-Y_2), económicos (Y_3-Y_5, Y_{10}-Y_{11}) y sociales (Y_6-Y_9).

$$Y_1 = \frac{V}{RF} = \frac{10.000\left(\frac{LR}{EC}\right)}{RF} = 10^4 (LR)(EC)(RF)^{-1}$$ Ecuación 1.

$$Y_2 = \frac{RF}{10.000\left(\frac{LR}{EC}\right)} = (10^{-4})RF(LR/EC)^{-1}$$ Ecuación 2.

$$Y_3 = \frac{U}{V} = \frac{RM - C}{10.000 \ \frac{LR}{EC}} = \frac{RF\ (p) - C}{10.000 \ \frac{LR}{EC}}$$ Ecuación 3.

$$Y_4 = \frac{10{,}000\left(\frac{LR}{EC}\right)}{U} = 10{,}000\left(\frac{LR}{EC}\right)(RF(p) - C)^{-1}$$ Ecuación 4.

$$Y_5 = \frac{Y_4}{C m^{-3}}$$ Ecuación 5.

$$Y_6 = \frac{J/288}{(10{,}000)\left(\frac{LR}{EC}\right)/1000{,}000} = \frac{25}{72}\frac{(J)EC}{LR}$$ Ecuación 6.

$$Y_7 = \frac{8\,J}{RF}$$ Ecuación 7.

$$Y_8 = \frac{U}{\left(\frac{J}{288}\right)} = 288\frac{u_i}{J_i}$$ Ecuación 8.

$$Y_9 = \frac{U}{8J}$$ Ecuación 9.

$$Y_{10} = PE = \frac{C}{p}$$ Ecuación 10.

$$Y_{11} = \frac{RF}{PE}$$ Ecuación 11.

Donde: RF: Rendimiento físico por hectárea (ton ha^{-1}), EC: Eficiencia de conducción del agua de riego, V: Volumen de agua requerido por el cultivo, RM: Ingreso monetario por hectárea, U: Utilidad monetaria o ganancia por hectárea, C: Costo por hectárea, C m^{-3}: Costo del metro cúbico de agua, J: Jornales empleados por cultivo, 288: horas trabajadas durante 6 jornadas por semana durante 48 semanas del año, PE: Punto de equilibrio

RESULTADOS Y DISCUSION

Productividad física del agua de riego en manzano. Los índices de eficiencia física mostrados en el Cuadro 1, indican que en promedio los huertos de bajo nivel tecnológico (BT) produjeron 0.91 kg m^{-3}, los altamente tecnificados (AT) obtuvieron 3.18 kg m^{-3}, mientras los huertos de bajo nivel tecnológico (BT) obtuvieron 2.02 kg m^{-3}, lo que indica que los huertos BT produjeron solamente el 45% de lo que generaron los huertos MT empleando la misma cantidad de agua. Mientras que los huertos AT produjeron 58% más producto que los MT. Los resultados anteriores indican que el nivel de tecnificación de los huertos está directamente relacionado a los niveles de productividad física que puedan alcanzarse. Sin embargo, aun cuando los resultados indicaron una ventaja en los huertos AT, estos indicadores se encuentran por debajo de los determinados por Parra *et al.,* (2005), quienes en condiciones de riego por cintilla con lámina de riego de 24.6 cm determinaron índices promedio de 13.08 m^3 kg^{-1}, mientras para una lámina de riego de 216 cm estimaron un índice promedio 1.87 m^3 kg^{-1}. Estos indicadores son de suma importancia si consideramos que de acuerdo con Zegbe & Serna-Perez (2012) el 70% de la superficie establecida con manzano se encuentra ubicada en la parte semiárida del norte de

México, donde la principal limitante de la agricultura es el agua.

Productividad económica del agua en manzano de Cuauhtémoc, Chihuahua. Los huertos de bajo nivel tecnológico (BT) tuvieron rendimientos promedio de 10 ton ha^{-1}, es decir; bajo este nivel tecnológico se produjo 45% de lo que produjeron los huertos de nivel tecnológico medio (MT), mismos que produjeron en promedio 22.21 ton ha^{-1}, mientras que los huertos AT alcanzaron producciones promedio de 35 ton ha^{-1}. En este sentido Sami *et al.*, (2011) determinaron que el promedio de producción para Irán fue de 17.64 ton ha^{-1}, por lo que la producción de este país podría equipararse con la de los huertos de nivel tecnológico medio en Cuauhtémoc, Chihuahua.

Respecto de los ingresos monetarios por hectárea encontrados en los tres diferentes niveles tecnológicos, se determinó que estos fueron favorables. En huertos de bajo nivel tecnológico (BT) se obtuvo un ingreso de US$2,806 ha^{-1}, mientras en huertos MT se obtuvo un ingreso de US$8, 497.71 ha^{-1}, lo que indica que los huertos BT generaron el 33% del ingreso por hectárea que generaron los MT. Por otro lado los huertos AT generaron un ingreso igual a US$14,607 ha^{-1}, lo que muestra que el ingreso generado por los huertos AT fue 72% superior a los huertos MT. El Cuadro, 1 indica que el costo de producción por kilogramo de manzana en los huertos BT fue de US$0.19 kg^{-1}, mientras en los huertos MT el costo fue US$0.24 kg^{-1}, lo que indica que el costo de producción por kilogramo en los huertos de bajo nivel tecnológico fue 79% menor que el obtenido en los huertos MT, por otro lado el costo por kilogramo de manzana en los huertos altamente tecnificados fue US$0.22 kg^{-1}, lo que indica que el costo de producción por kilogramo de manzana en los huertos AT representó el 91% del costo de producción obtenido en los huertos MT.

De acuerdo con las cifras, en huertas de bajo nivel tecnológico (BT) se obtuvo una ganancia por hectómetro de US$84,341 hm^{-3}, mientras en huertos de mediano nivel tecnológico (MT) la inversión de ese mismo hectómetro de agua generó una ganancia de US$284,726, lo que indica que los huertos BT produjeron el 30% de la ganancia que obtuvieron los huertos MT empleando la misma cantidad de agua en el riego. Por otro lado los huertos AT produjeron US$614, 244 por hectómetro de agua empleada en el riego del manzano. Estas cifras, en principio indican la gran cantidad de agua que se requiere para generar US$1, ya que en los huertos BT se requieren en promedio 11.86m^3, mientras en huertos MT se requieren 3.51m^3 y en huertos AT se necesitan 1.63m^3 para generar ese dólar de ganancia. Estas diferencias se deben en principio a los diferentes niveles tecnológicos que caracterizan a cada uno de los

estratos, sin embargo de acuerdo con Aldaya, *et al.,* (2010) también se debe a las diferentes condiciones climáticas, así como a la eficiencia en la aplicación del riego, al tipo de agricultura (riego o secano), así como a los precios que tenga el producto.

Cuadro 1: Indicadores de la productividad del agua en la producción del cultivo de manzana en Cuauhtémoc, Chihuahua en 2013.

Variable	Unidad	A) Huertos BT	B) Huertos AT	C) Huertos MT	A/C	B/C
Rendimiento físico	ton ha^{-1}	10	35	22.21	0.45	1.58
Ingreso monetario	US$ ha^{-1}	$2,806	$14,607	$8,497.71	0.33	1.72
Ganancia monetaria	US$ ha^{-1}	$928	$6,757	$3,132	0.3	2.16
Costo de producción	US$ kg^{-1}	$0.19	$0.22	$0.24	0.79	0.91
Productividad física	kg m^3	0.91	3.18	2.02	0.45	1.58
Productividad física	L kg^{-1}	1,100	314	495	2.22	0.63
Productividad agrícola del agua	US$ hm^{-3}	$84,341	$614,244	$284,726	0.3	2.16
R B/C		1.494	1.861	1.584	0.94	1.17
Productividad social	Empleo hm^{-3}	28.1	22.7	19.6	1.44	1.16
Punto de equilibrio (PE)	ton ha^{-1}	6.69	18.81	14.03	0.48	1.34
Productividad social	Jornales ha^{-1}	89	72	62	1.44	1.16
Trabajo por ha	h ha^{-1}	712	576	496	1.44	1.16
Productividad horaria	h ton^{-1}	71.2	16.46	22.33	3.19	0.74
Productividad por jornada	US$ $jornada^{-1}$	$10.40	$93.80	$50.50	0.21	1.86
Ganancia horaria	US$ $hora^{-1}$	$1.30	$11.73	$6.31	0.21	1.86

Fuente: Elaboración propia con base en cifras del SIAP (2013) y UNIFRUT (2013). Cifras monetarias en US$ norteamericano.

Visto desde otro ángulo los huertos de BT generaron una ganancia de US$0.08 m^{-3}, mientras que los huertos MT produjeron US$0.28 m^{-3}, mientras en los huertos AT se generaron US$0.61 m^{-3}, lo que indica que los huertos altamente tecnificados resultaron más eficientes al generar más ganancia por metro cúbico empleado. A pesar de la importancia que tiene la productividad agrícola del agua en términos económicos (US$ m^{-3}), la información es escaza y en algunos cultivos y regiones es nula. Sin embargo, existen algunos trabajos realizados en el mediterráneo en algunos frutales y hortalizas; Salvador *et al.,* (2011) en durazno determinaron índices de €0.74 m^{-3}, Perez-Perez *et al.,* (2010) determinaron indicadores que oscilaron de €1.03 m^{-3} - €1.51 m^{-3} en el cultivo de naranja y de €0.63 m^{-3} - €0.85 m^{-3} en mandarina, dependiendo de la

lámina de riego que fue aplicada.

Productividad social del agua de riego en manzano producido en Cuauhtémoc, Chihuahua. En cuanto a la eficiencia social del agua, medido como la cantidad de empleos generados por hectómetro de agua, el indicador fue 28.1 empleos hm^{-3} en huertos BT, 19.6 empleos hm^{-3} en huertos MT y 22.7 empleos hm^{-3} en huertos AT, lo que indica que en huertos BT se generó más empleo por hectómetro de agua empleado. Este indicador es alto en relación a otros cultivos como los forrajeros o los cereales, que requieren menor mano de obra durante el proceso de producción. En este sentido, García, *et al.,* (2013) determinaron un índice que oscilo entre 24 - 62 empleos hm^{-3} en la producción de hortalizas y frutales, mientras que la producción de cultivos en invernadero generan hasta 190 empleos hm^{-3}, asimismo Ríos *et al.,* (2015) determinaron un promedio para cultivos forrajeros en la Comarca Lagunera de 0.048 empleos hm^{-3}, con el que se muestra la importancia social que tiene la producción de manzano para la región de Cuauhtémoc.

CONCLUSIONES

Se concluye que la productividad del agua en la producción de manzano en Cuauhtémoc, Chihuahua estuvo relacionada al nivel de tecnificación de los huertos así como con la rentabilidad de los sistemas de producción. Por lo que se sugiere implementar estrategias que pudieran elevar la productividad del agua dentro de las cuales se encuentran; i) incrementar los rendimientos de los cultivos; ii) implementar nuevos sistemas de riego que mejoren la aplicación del agua y reducir todas las pérdidas (i.e drenaje, filtrado y percolación) incluyendo las pérdidas por evaporación; iii) incrementar la eficiencia del riego en la región, tomando en cuenta que la producción de manzana es estratégica por el VBP que genera y el empleo que aporta.

BIBLIOGRAFÍA

Aldaya, M. M., Martínez-Santos, P., & Llamas, M. R. (2010). Incorporating the water footprint and virtual water into policy: Reflections from the Mancha Occidental Region, Spain. *Water Resources Management*, *24*(5), 941-958.

Boutraa, T. (2010). Growth performance and biomass partitioning of the desert shrub Calotropis procera under water stress conditions. *Journal of Agriculture and Biological Sciences, 6*(1), 20-26.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2015). Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego. Año Agrícola 2013-2014.

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2015). Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del Acuífero Cuauhtémoc, Clave 0805, en el Estado de Chihuahua.

Díaz, C. RE., Bravo, P. LC., Alatorre C. LC., & Sánchez, F. E. (2014). Análisis geoespacial de la interacción entre el uso de suelo y de agua en el área peri-urbana de Cuauhtémoc, Chihuahua. Un estudio socioambiental en el norte de México. *Investigaciones Geográficas, Boletín*, *83*, 116-130.

García, J. G., López, F. C., Usai, D., & Visani, C. (2013). Economic Assesment and Socio-Economic Evaluation of Water Use Efficiency in Artichoke Cultivation. *Open Journal of Accounting, 2*(2), 45-

52.
Garcia, P. AK., Ojeda, R. LA., Perez, G. G., Servín, C. Y., & Alatorre, C. LC., (2013). Evaluación de las extracciones de agua subterránea por métodos indirectos en la región de Cuauhtémoc, Chihuahua, México: aplicando la teledetección y SIG. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 9*(1), 141-149.
Kijne, J. W., Barker, R., & Molden, D. (Eds.) (2003). *Water productivity in agriculture: Limits and Opportunities for Improvement.* International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, CABI Publication, Wallingford UK. 332p.
Parra, Q. RA., Orozco, A. JA., González, P. M., Álvarez, A. JP., & Ortiz, F. P., (2005). Rendimiento y tamaño del fruto del manzano sometido a estrés hídrico planificado en Chihuahua, México. *Agricultura Técnica en México, 31*(1), 11-20.
Pérez-Pérez, J. G., García, J., Robles, J. M., & Botía, P. (2010). Economic analysis of navel orange cv.'Lane late'grown on two different drought-tolerant rootstocks under deficit irrigation in South-eastern Spain. *Agricultural Water Management, 97*(1), 157-164.
Ramírez-Legarreta. M. R., Ruiz, C. J. A., Medina, G. G., Jacobo, C. J. L., Parra, Q. R. A., Ávila, M. M. R., & Amado, A. JP., (2011). Perspectivas del sistema de producción de manzano en Chihuahua, ante el cambio climático. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2, 233-237.
Ríos, F. JL., Torres, M. M., Castro, F. R., Torres, M. MA., Ruiz, T. J. (2015). Determinación de la huella hídrica azul en los cultivos forrajeros del DR-017, Comarca Lagunera, México. *Revista Facultad Ciencias Agronómicas UNCUYO, 47*(1), 93-107.
Salvador, R., Martínez, C. A., Cavero, J., & Playán, E., (2011). Seasonal on farm irrigation performance in the Ebro Basin (Spain): Crops and Irrigation Systems. *Agricultural Water Management, 98*(4), 577-587.
Sami, M., Shiekhdavoodi, M. J., & Asakereh, A. (2011). Energy use in apple production in the Esfahan province of Iran. *African Crop Science Journal, 19*(2), 125-130.
Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2014). Anuarios estadísticos de la producción agropecuaria. Consultado 30-05-2015 en http://www.siap.gob.mx/
Zegbe, A. J., & Serna-Pérez, A., (2012). Partial Rootzone Drying to Save Water While Growing Apples in a Semi-Arid Region. *Irrigation and Drainage, 61*(2): 251–259.

TRATAMIENTO A SEMILLAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) Y SU INFLUENCIA EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS

Ma. Magdalena Villa-Castorena[1], Ernesto Alonso Catalán-Valencia[1], Marco Antonio Inzunza-Ibarra[1] y María del Rosario Jacobo Salcedo

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CENID RASPA Km 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo, México. 35140. villa.magdalena@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo del frijol ocupa un lugar importante en la economía agrícola de México, tanto por la superficie que se le destina, como por la derrama económica que genera. En conjunto con el maíz constituyen la dieta básica del pueblo mexicano y en consecuencia son los productos de mayor importancia socioeconómica tanto por la superficie de siembra como por la cantidad consumida *per cápita*. (COVECA, 2011).

En México, la falta de precipitación ha ocasionado que el 50 % de los municipios actualmente estén afectados por la sequía y se calcula que 1.4 millones de hectáreas sufrieron por esta condición. En 2011, se perdieron 3.2 millones de toneladas de maíz, 600 mil de frijol, además de 60 mil cabezas de ganado (Romero, 2012). Ante esa situación, es necesario desarrollar e implementar estrategias que ayuden a reducir los efectos de la sequía en las plantas.

El tratamiento de preacondicionamiento de semillas puede ser usado para inducir la tolerancia a la sequía en plantas. Este consiste en la inmersión de las semillas en sustancias químicas durante cierto período de tiempo, con o sin deshidratación previa a la siembra (Khan, 1992; Welbaum *et al*., 1998; Sánchez y Orta, 2001; Farooq *et al*., 2010). Estos tratamientos permiten que una gran proporción de las semillas alcance rápidamente el mismo nivel de humedad y un estado fisiológico. Lo cual activa el aparato metabólico relacionado con el proceso pre germinativo y la auto reparación enzimática de las membranas celulares (Beck *et al*., 2007; Balaguera-López *et al*., 2009; Dursum y Ekinci, 2010). El propósito del presente trabajo fue evaluar la respuesta del crecimiento de plantas de frijol a diferentes tratamientos de pre acondicionamiento a semillas de frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en un invernadero en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en la Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en Gómez Palacio, Durango. El invernadero estuvo cubierto en sus lados de policarbonato de doble pared y el

techo con plástico y malla sombra 50:50. El control de la temperatura se hizo mediante extractores, pared húmeda y sensores de temperatura. Se evaluaron 16 tratamientos de preacondicionamiento a la semilla y dos testigos los cuales fueron tratados con agua destilada. Esos tratamientos se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos resultantes del estudio de preacondicionamiento de semillas de frijol

Trat.	Sustancia	Concentración	Tiempo de Inmersión (h)
1	Prolina	25 mM	12
2	Prolina	25 mM	18
3	Prolina	50 mM	12
4	Prolina	50 mM	18
5	Glicina betaína	25 mM	12
6	Glicina betaína	25 mM	18
7	Glicina betaína	50 mM	12
8	Glicina betaína	50 mM	18
9	Ácido glutámico	2 mM	12
10	Ácido glutámico	2 mM	18
11	Ácido glutámico	4 mM	12
12	Ácido glutámico	4 mM	18
13	Ácido ascórbico	2 mM	12
14	Ácido ascórbico	2 mM	18
15	Ácido ascórbico	4 mM	12
16	Ácido ascórbico	4 mM	18
17 Test1	Agua		12
18 Test2	Agua		18

Las semillas se trataron de acuerdo a cada uno de los tratamientos establecidos, después se secaron a temperatura ambiente y en seguida se sembraron en macetas de plástico negro de 18 L, se uso la variedad Pinto Saltillo. Las macetas se llenaron con una mezcla comercial BM2 que contiene turba, perlita y vermiculita (80, 10, 10, v:v:v). Las plantas se regaron cuando el sustrato tenía entre el 25 y 30% de su capacidad máxima de retención de humedad con el fin de crear una condición de estrés hídrico. Las plantas se fertilizaron con una solución nutrimental equilibrada de 15 meq L^{-1} de aniones y cationes, la cual se empezó a aplicar cuando tenían cuatro hojas verdaderas y con una frecuencia de cada diez días. Se aplicó un 15% más del agua requerida para evitar la salinización del sustrato.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con siete repeticiones, la parcela experimental consistió de tres macetas por tratamiento. Las variables de respuesta fueron área foliar, grosor del tallo, peso seco de raíz, tallo, hojas y órganos fructíferos que fueron registrados a los 80 días después de la siembra. Los datos se analizaron mediante el análisis de varianza

usando el programa SAS (SAS, Institute, 1999) según el modelo lineal general y la separación de medias se hizo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Área foliar (AF). El análisis estadístico indicó efectos significativas para los tratamientos evaluados (*P* = 0.03). La comparación de medias señala que el T7 (GB 50 mM y 12 h de inmersión) produjo la mayor AF; aunque no fue estadísticamente diferente, (Tukey = 0.05), a los tratamientos T5, T6 y T1 (Cuadro 2). Ellos produjeron en promedio 13 609 cm2 por planta que representó un 26% más del área foliar del promedio de los dos testigos (T17 y T18) donde se usó agua para el tratamiento de la semilla. Esos resultados muestran diferente efecto de las diversas sustancias usadas para los tratamientos, destacando la prolina en la baja concentración y con un tiempo de inmersión de 12 horas y la glicinabetaína con baja concentración y los dos tiempos de inmersión, y la glicinabetaína con la alta concentración y el menor tiempo de inmersión.

Grosor del tallo (GT). Los tratamientos evaluados afectaron de manera significativa (*P* = 0.01) a esta variable. La comparación de medias indica que los tratamientos T3, T5, T6, T7, T11, T12 T13 Y T14 mostraron los tallos más gruesos con un promedio entre ellos de 15.8 mm (Cuadro 2). En cambio los tratamientos T1, T4, T9, T17 Y T18 tuvieron los tallos menos gruesos con sólo el 79%, en promedio, del obtenido de los mejores tratamientos.

Peso seco de la raíz y vástago. El efecto de los tratamientos en el peso seco de la raíz no fue significativo (*P* = 0.07), pero si lo fue para el peso seco del vástago (*P* = 0.0001). Los resultados señalaron que los tratamientos a la semilla con las diferentes sustancias evaluadas no afectaron el crecimiento de la raíz, quizás el volumen reducido que se tiene en las macetas limitó el desarrollo pleno de la raíz. El valor promedio del peso seco de la raíz de los tratamientos fue de 3.17 g (Cuadro 3).

Cuadro 2. Medias de área foliar por planta y Grosor del tallo en dos fechas de muestreo

Trat.	Clave	AF (cm^2) †	Grosor del tallo (mm) †
T1	Pro 25, 12	13224 a	12.96 b
T2	Pro 25, 18	11194 b	13.67 ab
T3	Pro 50, 12	11599 b	16.41 a
T4	Pro 50, 18	10246 c	12.26 b
T5	GB 25, 12	13498 a	16.85 a
T6	GB 25, 18	13569 a	15.38 a
T7	GB 50, 12	14145 a	15.32 a
T8	GB 50, 18	12246 b	14.99 a
T9	AcGl 2, 12	10839 bc	12.31 b
T10	AcGl 2, 18	10965 bc	14.91 a
T11	AcGl 4, 12	10773 c	15.92 a
T12	AcGl 4, 18	11248 b	15.91 a
T13	AcAs 2, 12	10748 bc	15.23 a
T14	AcAs 2, 18	11500 b	15.40 a
T15	AcAs 4, 12	12016 ab	13.54 b
T16	AcAs 4, 18	12102 ab	14.40 ab
T17	Agua dest,12	10149 c	12.65 b
T18	Agua dest, 18	10041 c	12.35 b

†Medias con la misma letra entre columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey = 0.05).

Los tratamientos T5 y T7 promovieron mayor producción de peso seco del vástago que el resto de los tratamientos (Cuadro 3). Ellos no fueron estadísticamente diferentes entre sí (Tukey = 0.05) y produjeron 111.2 g en promedio. Los demás tratamientos con sustancias químicas no mostraron diferencias entre ellos y produjeron en promedio 97.8 g. Finalmente los testigos, los cuales fueron tratados con agua tuvieron el valor más bajo del peso seco del vástago, con un promedio entre ellos de 86.95 g, el cual representa el 78% del producido en los mejores tratamientos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Medias de peso seco de raíz y vástago por planta

Trat.	Clave	PSR (g) †	PSVAS (g) †
T1	Pro 25, 12	3.1 a	101.0 b
T2	Pro 25, 18	3.2 a	99.6 b
T3	Pro 50, 12	2.8 a	94.4 b
T4	Pro 50, 18	3.1 a	99.7 b
T5	GB 25, 12	3.2 a	107.3 a
T6	GB 25, 18	3.5 a	97.6 b
T7	GB 50, 12	3.6 a	115.1 a
T8	GB 50, 18	3.3 a	101.6 b
T9	AcGl 2, 12	2.8 a	94.8 b
T10	AcGl 2, 18	3.3 a	94.1 b
T11	AcGl 4, 12	3.9 a	97.9 b
T12	AcGl 4, 18	3.6 a	98.0 b
T13	AcAs 2, 12	3.8 a	93.0 b
T14	AcAs 2, 18	3.1 a	93.7 b
T15	AcAs 4, 12	2.9 a	102.7 b
T16	AcAs 4, 18	2.6 a	101.1 b
T17	Agua dest,12	2.8 a	86.9 c
T18	Agua dest, 18	2.8 a	87.0 c

†Medias con la misma letra entre columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey = 0.05).

CONCLUSIONES

Los tratamientos de pre acondicionamiento a la semilla de frijol evaluados afectaron al área foliar, grosor del tallo y peso seco del vástago. En cambio no afectaron al peso seco de la raíz. Los tratamientos con prolina a una concentración de 25 mM

y con un tiempo de inmersión de 12 horas y la glicinabetaína 25 mM con 12 y 18 horas de inmersión, y la glicinabetaína 50 mM y 12 horas de inmersión produjeron el área foliar más alto. Los tratamientos a la semilla con glicinabetaína 25 y 50 mM y ambos con un tiempo de inmersión de 12 horas produjeron el peso seco del vástago que el resto de los tratamientos. Se encontraron evidencias que el tratamiento de semillas con las sustancias químicas evaluadas afecta de manera positiva al crecimiento de plantas de frijol.

BIBLIOGRAFÍA

Balaguera-López, H.E., Cárdenas-Hernández, J.F. and Álvarez-Herrera, J.G. 2009. Effect of gibberellic acid (ga_3) on seed germination and growth of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Acta Hort. (ISHS) 821:141-148.
Recuperado de: http://www.actahort.org/books/821/821_15.htm

Beck E H, Fettig S, Knake C, Hartig K and Bhattarai T. 2007. Specific and unspecific responses of plants to cold and drought stress; *J. Biosci*.32:501–510.

COVECA 2011. MONOGRAFIA DEL FRIJOL. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. Estado de Veracruz**:** pp.1-25.

Dursun, A. y M. Ekinci. 2010. Effects of different priming treatments and priming durations on germination percentage of parsley (*Petroselinum crispum* L.) seeds. Agricultural Sciences. Vol. 1. Num. 1. P. 17-23.

Farooq M., A.Wahid, N. Ahmad, and S. P. Asad. 2010. Comparative efficacy of surface drying and re–drying seed priming in rice: changes in emergence, seedling growth and associated metabolic events. Paddy Water Environ. 8: 15–22.

Khan, A. A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. Department of Horticultural Sciences. (14): 131-181. New York State Agricultural Experiment Station, Cornell University. Geneva, NY., USA.

Romero Polanco E., 2012. Sequía afecta a más de dos millones de mexicanos. Teorema Ambiental. Revista Técnico Ambiental. Boletín electrónico del 30 de Enero del 2012. Web consultada el 30 abril 2013: http://www.teorema.com.mx/cambioclimatico/sequia-afecta-a-mas-de-dos-millones-de-mexicanos/

Sánchez, J. A.; R. Orta, 2001. "Tratamientos pregerminativos de hidratación-deshidratación de las semillas y sus efectos en plantas de interés agrícola." Agronomía Costarricense 25(1): 67-92.

Statistical Analysis System (SAS). 2002. Statistical Analysis System, v. 9.0. Institute Inc. Cary, NC, USA.

Welbaum, G. E., Z. Shen, M. O. Oluoch, L. W. Jett. 1998. The evolution and effects of priming vegetable seed. Seed Technology 20:209-235.

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE VARIEDADES COMERCIALES Y LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO CRISTALINO BAJO ESTRÉS POR CALOR EN INVERNADERO

Ivón Alejandra Rosas-Jáuregui, Guillermo Fuentes-Dávila y José Luis Félix-Fuentes

Campo Experimental Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, km 12 Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000. Correo: rosas.ivon@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El trigo es uno de los cereales más importantes a nivel mundial, en la producción y el consumo por el hombre (Hoseney, 1991); sin embargo, el cambio de las condiciones climáticas puede no ser la adecuada para fines agrícolas, principalmente a causa de las alteraciones de la temperatura. Fokar *et al*. (1998) indican que el estrés por calor es el factor principal que causa una reducción en la productividad del trigo, debido a las altas temperaturas. Las temperaturas óptimas para el desarrollo del trigo de primavera fluctúan entre 8 y 25°C; sin embargo, el mejoramiento y la selección han hecho del trigo una especie con una adaptación más amplia, incluso cuando las temperaturas no son adecuadas para el desarrollo de la planta. La fecha de siembra es también un factor importante para la productividad de cualquier cultivo, ya que el desarrollo de plantas en sus diferentes etapas de crecimiento, está influenciada positiva o negativamente por las condiciones meteorológicas predominantes. En general, la producción de trigo se reducirá drásticamente si las fechas de siembra y las recomendaciones técnicas no se siguen en base a los registros históricos de una región determinada (Figueroa-López *et al*., 2011). En el sur de Sonora, las olas de calor durante la temporada de trigo han tenido efectos negativos en la productividad, al causar aborto de flores y/o esterilidad, lo que afecta el desarrollo del grano y una reducción en el peso final del mismo (Félix-Valencia y Fuentes-Dávila, 2015). Por lo tanto, es imprescindible someter el germoplasma de trigo experimental a las condiciones de estrés por calor, con el fin de generar información y poder seleccionar los materiales mejor adaptados a tales condiciones. El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento de variedades comerciales de trigo cristalino y líneas avanzadas en condiciones de estrés por calor en el invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dos variedades comerciales de trigo cristalino así como 22 líneas avanzadas (**Cuadro 1**), se sembraron el 20 de enero de 2014, en el invernadero de la Estación Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México, que se encuentra en la manzana 910 del Valle

del Yaqui a 27°22'04.64'' de latitud norte y 109°55'28.26'' de longitud oeste, a 37 msnm, con clima cálido [BW (h)] y extremo cálido y seco [BS (h)], según la clasificación de Koppen modificada por García (1964). Cinco semillas de cada variedad y líneas se sembraron en macetas de plástico de 5 litros conteniendo sustrato. Se establecieron en un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones (macetas) por entrada, en una área de 8 a 9 m. Se regaron cada dos días y la fertilización se aplicó durante el amacollamiento, espigamiento y floración con urea (1.48 g) y 11-52-00 (0.49 g) por maceta. Las temperaturas diarias (°C) durante la mañana, al mediodía y por la tarde se registraron utilizando un termómetro digital (Taylor) Durante 66 días (9 días de enero, iniciando el 21, 18 días de febrero, 21 días de marzo, 17 de abril y 1 día de mayo -el día 2-). Las variables evaluadas fueron: a) porcentaje de emergencia; b) tasa relativa de crecimiento (TCR) (calculada por la altura final – altura inicial / días; c) temperatura promedio de las plantas (°C) tomada con un termómetro láser infrarrojo (Taylor) (10 lecturas cada tres días, a partir del amacollamiento estado 4 de Feeke al 7); d) número de espigas por planta; e) promedio de granos por espiga; y f) rendimiento de grano (g) por planta.

Cuadro 1. Evaluación de variedades comerciales de trigo cristalino y líneas avanzadas para determinar su tolerancia al estrés por calor en el invernadero del Campo Experimental Norman E. Borlaug en el 2014.

No.	Pedigrí e historial de selección
1	CIRNO C2008
2	HUATABAMPO ORO C2009
3	GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/4/DUKEM_1//PATKA_7/ YAZI_1/3/PATKA_7/YAZI_1/5/ AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLAT A_13/3/ADAMAR CDSS04B00367T-0TOPY-10Y-0M-4Y-0M-4Y-0B
4	CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN/4/JUPARE C 2001/5/CNDO/ PRIMADUR// HAI-OU_17 /3/SNITAN/6/RISSA/GAN//POHO_1/3/PLATA_3//CREX/ALLA*2/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4 /3/CANELO_9.1 CDSS07Y00184S-099Y-099M-12Y-1M-04Y
5	CHEN_1/TEZ/3/GUIL//CIT71/CII/4/SORA/PLATA_12/5/STOT//ALTAR 84/ALD/6/SOMAT_3/PHAX_1 //TILO_1/LOTUS_4/7/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/CHEN_1/TEZ/3/GUIL//CI T71/CII/5/SORA/2*PLATA_12//SOMAT_3 CDSS07B00086S-099Y-030M-13Y-4M-0Y
6	GUANAY/LOTAIL_6//ATIL/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/SOOTY_9/RASCON_37// GUAYACAN INIA CDSS07B00192S-099Y-042M-9Y-2M-0Y
7	SOMAT_3/GREEN_22/4/GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/6/YAV79/4/ARMENT//SRN_3/ NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/MINIMUS/COMB DUCK_2//CHAM_3/3/GREEN_19 |CDSS08Y00395S-099Y-020M-7Y-4M-0Y
8	WDRAIL_1/TOSKA_26//PLATA_6/GREEN_17/3/SORA/2*PLATA_12//SOMAT_3/4/SORA/2*PLATA_ 12//RASCON_37/6/YAV79/4/ARMENT//SRN_3/ NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/MINIMUS/COMB DUCK_2//CHAM_3/3/GREEN_19 CDSS08Y00490S-099Y-016M-12Y-4M-0Y
9	1A.1D 5+106/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/CF4-JS 40//SOOTY_9/ RASCON_37/4/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN/9/CBC 509CHILE/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 CDSS07B00576T-0TOPY-099Y-014M-11Y-4M-0Y

10	AINZEN_1/6/2*CMH82A.1062/3/GERARDOVZ394//SBA81/PLC/4/AAZ_1/CREX/5/HUI//CIT71/CII/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/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3 CDSS07B00431S-099Y-010M-11Y-2M-0Y
11	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/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/9/ALTAR 84/BINTEPE 85//CAMAYO CDSS09Y00209S-099Y-052M-41Y-0M-04Y-0B
12	CBC 509 CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR 84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/AJAIA_12/F3LOCAL (SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/9/STOT//ALTAR 84/ALD/3/THB/CEP7780//2*MUSK_4/6/ ECO/ CMH76A.722//BIT/3/ALTAR84/4/AJAIA_2/5/ KJOVE_1/7/R CDSS09Y00216S-099Y-032M-30Y-0M-04Y-0B
13	GUAYACAN INIA/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 CDSS09Y00259S-099Y-016M-1Y-0M-04Y-0B
14	SOMAT_3/GREEN_22//2*RASCON_37/2*TARRO_2/10/TADIZ/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9 CDSS09Y00351S-099Y-036M-18Y-0M-04Y-0B
15	BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21/10/ARAM_5/CALI//RASCON_37/3/ PLATA_8/4/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/A LO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9/11/CBC 509 CHILE/6/ECO/CMH76A. 722//BIT/3/A CDSS09Y00759T-099Y-033M-29Y-0M-04Y-0B
16	PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3/3/CABECA_2/PATKA_4//ZHONG ZUO/2*GREEN_3 /10/1A.1D 5+1-06/2*WB881//1A.1D 5+1-06/3*MOJO/3/SOOTY_9/RASCON_37/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9/11/CIRNO C 2008 CDSS09Y00762T-099Y-024M-19Y-0M-04Y-0B
17	PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3/3/CABECA_2/PATKA_4//ZHONG ZUO/2*GREEN_3 /10/1A.1D 5+1-06/2*WB881//1A.1D 5+1-06/3*MOJO/3/SOOTY_9/RASCON_37/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9/11/CIRNO C 2008 CDSS09Y00762T-099Y-024M-20Y-0M-04Y-0B
18	TUNSYR-2/BELLAROI/3/SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACAN INIA CDSS09Y00876T-099Y-012M-7Y-0M-04Y-0B
19	TUNSYR-2/BELLAROI/3/SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACAN INIA CDSS09Y00876T-099Y-012M-17Y-0M-04Y-0B
20	GERUFTEL-1/BELLAROI/9/CBC 509 CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR CDSS09Y00882T-099Y-027M-28Y-0M-04Y-0B
21	AVTA/ALTAR 84/5/CHEN/ALTAR 84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/6/SORA/2*PLATA_12// SOMAT_3/7/SOOTY_9/RASCON_37/9/DACK/KIWI//OSTE/3/CHEN84_1/4/MEXI75/5/NIGRIS_4/6/LLA RETA INIA/7/AJAIA_16//HORA/JRO/3/GAN/4/ZAR /8/PATIN_7//HUI/YAV79/3/AJAIA_12/F3LOCAL (SEL.ETH CDSS09Y00918T-099Y-014M-17Y-0M-04Y-0B
22	SOMAT_3/GREEN_22/4/GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/7/GREEN_32/CHEN_7// SILVER_14/3/DIPPER_2/BUSHEN_3/4/SNITAN/6/CHEN_1/TEZ/3/GUIL//CIT71/CII/4/SORA/PLATA_1 2/5/STOT//ALTAR84/ALD/8/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/3/SOMAT_3/PHAX_1//TILO _1/LOTUS_4 CDSS09Y00922T-099Y-020M-3Y-0M-04Y-0B
23	AINZEN_1/6/2*CMH82A.1062/3/GERARDO VZ 394//SBA81/PLC/4/AAZ_1/CREX/5/HUI//CIT71/CII/9/ CBC 509 CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR 84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/AJAIA_12/F3LOCAL (SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/10/BCR/GUEROU_1/ CDSS08B00193D-099Y-036M-10Y-0M-04Y-0B
24	AG 1-22/2*ACO89//2*UC1113/3/5*KOFA/12/GAUNT_10/SNITAN/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/GAUNT_10/SNITAN CDSS09Y00166S-015Y-014M-6Y-0M-04Y-0B
25	AG 1-22/2*ACO89//2*UC1113/3/5*SOOTY_9/RASCON_37/5/SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/DUKEM_4 //5*ACO89/4/PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3 CDSS09Y00657S-013Y-08M-5Y-0M-04Y-0B

08:00 12:00 15:00

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las temperaturas que prevalecieron durante el período de evaluación se muestran en la **Figura 1**. El rango de temperatura a las 08:00 fue de 11.7 a 30.6°C con un promedio de 20.35, 28.3-49.3 al mediodía con un promedio de 38.9, y de 22.6 a 46.2°C a las 15:00 h con un promedio de 38.1. La emergencia de las plántulas varió de 75 a 100%. El promedio de la tasa de crecimiento relativo (TCR) del grupo fue de 0.39 cm/día. La línea SOMAT_3/GREEN_22/4/ GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/7/GREEN_32/CHEN_7//SILVER_14/3/DIPPER_2/ BUSHEN_3/4/SNITAN/6/CHEN_1/TEZ/3/GUIL//CIT71/CII/4/SORA/PLATA_12/5/STOT//ALTAR84/ALD/8/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/3/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_ mostró la mayor TCR con 0.69 cm/día. La TCR más baja (0.31 cm) lo presentó la variedad HUATABAMPO ORO C2009.

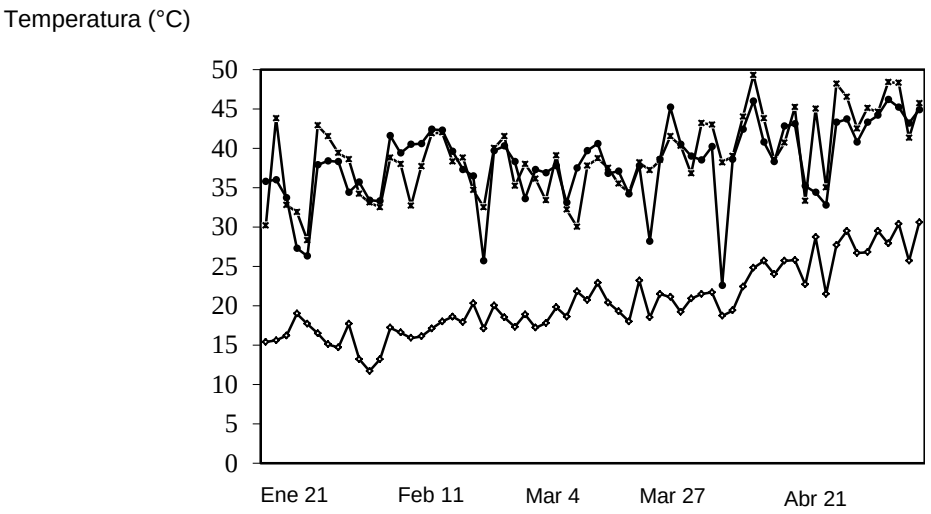


Figura 1. Temperaturas registradas a las 08:00, 12:00 y 15:00 horas, de enero 21 a mayo 2, 2014, en el invernadero del Campo Experimental Norman E. Borlaug.

La temperatura promedio de las plantas del grupo fue de 22.6°C con un rango de 22.3 a 23.6. El número de espigas por planta varió de 12 a 22 con un promedio de 16. CBC509CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/AJAIA_12/F3 LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/9/ALTAR84/BINTEPE85//CAMAYO produjo el mayor número de espigas, seguido por AG122/2*ACO89//2*UC1113/3/5*SOOTY_9/RASCON_37/5/SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/ DUKEM_4//5*ACO89/4/PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3 (20 espigas), mientras que 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, PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3/3/CABECA_2/PATKA_4//ZHONGZUO/2*GREEN_3/10/1A.1D5+1-06/2*WB881//1A.1D5+1-06/3*MOJO/3/SOOTY_9/RASCON_37/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9/11/CIRNO C 2008 y TUNSYR-2/BELLAROI/3/SOOTY_9// RASCON_37//GUAYACANINIA (línea 18) tuvieron 12 espigas. AG1-22/2*ACO89//2*UC1113/3/5*SOOTY_9/RASCON_37/5/SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/4/ PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3 produjo el mayor número de granos por espiga, con 59, seguida de SOMAT_3/GREEN_22/4/GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/6/YAV79/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/MINIMUS/ COMBDUCK_2//CHAM_3 /3/GREEN_19 (**Fig. 2**). La diferencia entre el mayor y el menor número de granos por espiga producidas fue alta con 33. Las variedades Huatabampo Oro C2009 y CIRNO C2008 presentaron un promedio de 47 y 42, respectivamente. Savin *et al*. (1997) encontraron una variación significativa en la reducción de peso y en el número de granos por espiga en condiciones de estrés de calor. Blum (1998) reportó que las reservas en el tallo desde la pre-antesis son una fuente importante de carbono para el llenado del grano, cuando se inhibe la fotosíntesis por la sequía, estrés por calor o enfermedad durante esta etapa. La línea GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/4/DUKEM_1//PATKA_7/YAZI_1/3/PATKA_7/YAZI_1/5/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/3/ADAMAR mostró el mayor rendimiento de grano por planta con 23.7 g, seguido de SOMAT_3/GREEN_22/4/GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/6/YAV79/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/MINIMUS/COMBDUCK_2//CHAM_3/3/GREEN_19 con 22.9 y 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/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/9/ALTAR 84/BINTEPE 85//CAMAYO con 22.1 (**Fig. 3**), mientras que las variedades CIRNO C2008 y Huatabampo Oro C2009 produjeron 19.7 y 15.3 g, respectivamente.

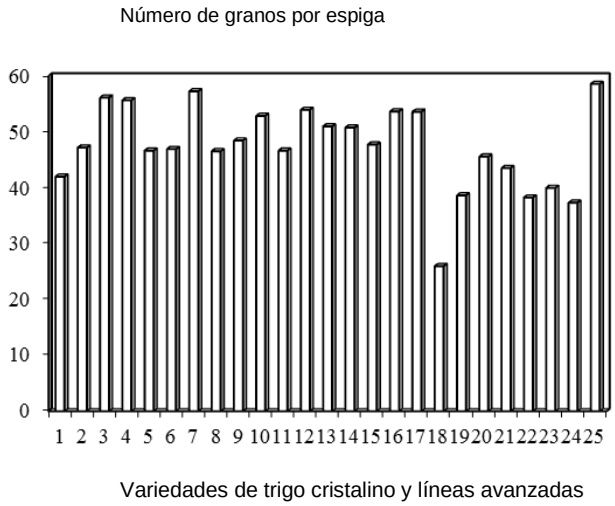


Figura 2. Número de granos por espiga de variedades y líneas avanzadas de trigo cristalino, evaluadas bajo estrés de calor en el invernadero en el 2014, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México. 1= CIRNO C2008, 2= Huatabampo Oro C2009.

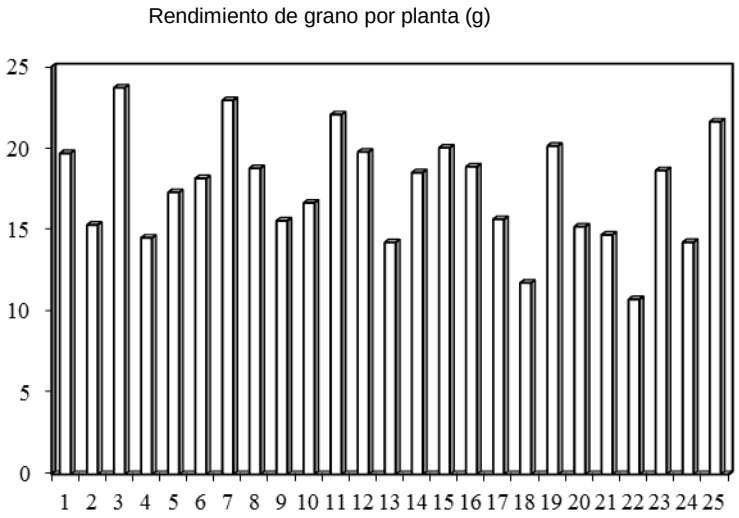


Figura 3. Rendimiento (g) de grano por planta de variedades y líneas avanzadas de trigo cristalino, evaluadas bajo estrés de calor en el invernadero en el 2014, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México. 1= CIRNO C2008, 2= Huatabampo Oro C2009.

La reducción en el rendimiento se debe principalmente a menor número de granos producidos, lo que podría ser una consecuencia del aumento de aborto floral debido a las altas temperaturas. Stapper y Fischer (1990) indican que durante el llenado del grano y al aumentar la temperatura, el desarrollo de la planta se acelera; aún en condiciones óptimas de manejo, el rendimiento se puede reducir hasta un 4% por cada aumento de temperatura de 1°C. Las unidades calor definen las etapas del crecimiento como constantes térmicas, ya que la planta

cambia la etapa fenológica una vez que se alcanza un cierto número de unidades calor, acortando la duración del ciclo del trigo (Pascale y Damario, 2004).

CONCLUSIONES

Materiales prometedores en condiciones de estrés de calor del experimento fueron La línea GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/4/DUKEM_1//PATKA_7/YAZI_1/3/PATKA_7/YAZI_1/5/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/3/ADAMAR ya que mostró el mayor rendimiento de grano por planta con 23.7 g, SOMAT_3/GREEN_22/4/GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/6/YAV79/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/MINIMUS/COMB DUCK_2//CHAM_3/3/GREEN_19 con 22.9 y 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/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/9/ALTAR 84/BINTEPE 85//CAMAYO con 22.1, así como la variedad CIRNO C2008 con 19.7 g.

BIBLIOGRAFÍA

Blum, A. 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization.Euphytica 100:77-83.

Félix-Valencia, P., and Fuentes-Dávila, G. 2015. Effect of temperature on wheat grain yield in southern Sonora during the crop season 2014-2015. Annual Wheat Newsletter 61:32-35.

Figueroa-López, P., Fuentes-Dávila, G., Cortés-Jiménez, J.M., Tamayo-Esquer, L.M., Félix-Valencia, P., Ortiz-Enríquez, J.E., Armenta-Cárdenas, I., Valenzuela-Herrera, V., Chávez-Villalba, G. y Félix-Fuentes, J.L. 2011. Guía para producir trigo en el sur de Sonora. INIFAP, Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Norman E. Borlaug. Folleto para Productores No. 39. Cd. Obregón, Sonora, México. 63 p. ISBN 978-607-425-518-8.

Fokar, M., A. Blum, H. Nguyen. 1998. Heat tolerance in spring wheat. II. Grain filling. Euphytica 104:9-15.

García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (No. 551.59 G37).

Hoseney, R. 1991. Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales. Proteínas de los cereales. Zaragoza, España. Editorial Acribia. 321 p.

Pascale, A.J. y Damario, E.A. 2004. Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología. Ed. Fac. Agronomía. UBA, Buenos Aires, Argentina.

Savin, R., P.J. Stone, M.E. Nicolas, and I.F. Wardlaw. 1997. Grain growth and Malting Quality of Barley. 1. Effects of Heat Stress and Moderately High Temperature. Australian Journal of Agricultural Research 48:615-624.

Stapper, M. and Fischer, R.A. 1990 Genotype, sowing date and plant spacing influ-ence on highyielding irrigated wheat in southern New South Wales. III Potential yields and optimum flowering dates. Aust. J. Agric. Res. 41:1043-1056.

INJERTACIÓN "EN VERDE" EN VID MEDIANTE CUATRO TIPOS DE INJERTO

Manuel Antonio Galindo-Reyes[1] y Reymundo Reyes Echeverría[2]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Pabellón. [2]Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes. *E-mail: galindo.manuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México, se cultivan cerca de 30,000 hectáreas de vid (*Vitis vinifera* L.); el estado de Aguascalientes ocupa el cuarto lugar en cuanto a superficie cultivada con este frutal. En el estado de Aguascalientes se explotan 803 hectáreas y participan en el cultivo ocho de los once municipios que componen la entidad, aunque la mayor superficie ocupada con este frutal se concentra en los municipios de Cosío, El Llano y Rincón de Romos (SIAP, 2016).

En vid, los portainjertos se usan para aumentar vigor, longevidad del viñedo, el rendimiento y para inducir tolerancia o escape a daños por plagas, enfermedades, a pH altos, entre otros (Hartmann y Kester, 1987; Hidalgo, 2002). La tolerancia a sequía de algunos portainjertos es importante, ya que la viticultura en México se desarrolla en regiones áridas, semiáridas y mediterráneas con problemas de escasez de agua para riego. Así, en vid para consumo en fresco "Red Globe" y "Superior Seedless" se ha logrado ahorrar más de 30% de agua de riego con el empleo de los portainjertos Freedom y Harmony (Valenzuela-Ruiz *et al*., 2005; Valenzuela-Ruiz *et al*., 2006).

Comercialmente la propagación de la vid se hace mediante propagación vegetativa utilizando las técnicas siguientes: enraizamiento de estacas y esquejes, acodo tipo mugrón y diversos tipos de injerto. Dentro del injerto destacan el tipo omega, los tipos hendidura y los de astilla o"chip" (Hidalgo, 2002).

En la región de Aguascalientes y de Zacatecas, la vid se injerta a fines del invierno con yemas en letargo, se utiliza el injerto de hendidura diametral y en ocasiones hay bajo prendimiento. No obstante, la injertación "en verde" puede ser una alternativa para complementar la injertación en letargo, ya que las plantas se pueden injertar en crecimiento activo desde principios de primavera hasta principios del verano (Weaber, 1985). En este sentido, Walter *et al*. (1990) mencionan que el injerto en letargo y en crecimiento activo (en verde) son dos técnicas muy efectivas para multiplicar la vid en vivero.

En la injertación "en verde" existe la duda si se pueden emplear con éxito todos los tipos de injerto recomendados para vid, ya que algunos son más complicados, más costosos y probablemente algunos difieren en prendimiento. Ante esta situación se decidió evaluar la

injertación de vid Red Globe sobre *Vitis Rupestris* mediante cuatro tipos de injertos diferentes en la etapa de pleno crecimiento activo de la planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento de injertación se realizó en un viñedo joven en el Campo Experimental Pabellón, desde finales del mes de julio hasta finales del mes de octubre del año 2015.

En este experimento se evaluaron cuatro tipos de injerto, injerto de astilla (chip budding), injerto de hendidura lateral, Injerto de yema en T e injerto de hendidura terminal o tipo Madero. Se usó un diseño completamente al azar y cuatro repeticiones. Para ello se consideraron 15 plantas por repetición y la injertación se hizo durante cuatro días cuando la planta estaba en pleno crecimiento activo; es decir, se realizó una repetición por día.

Como portainjerto se utilizaron plantas de *Vitis rupestris* de año y medio de edad ubicadas entre líneas de tres metros y entre plantas de dos metros. Además, como variedad se usó Red Globe y las yemas se obtuvieron de un viñedo comercial sano y productivo.

Una vez las plantas injertadas se fertilizaron y se regaron de acuerdo con las recomendaciones de la región para viñedos jóvenes; no obstante, se evitó regar tres días antes y tres después de realizar los injertos. También, después del proceso de injertación y cuando se inició la brotación de las yemas se eliminaron las feminelas que emergían para favorecer la brotación de la yema principal.

Como variables de respuesta se estimó el porcentaje de prendimiento del injerto, mismo que se registró 90 días después de la injertación. También, se evaluó la longitud o la altura del brote, numero nudos y entrenudos por brote. Con la longitud del brote se calculó la tasa de crecimiento.

Los datos de prendimiento se expresaron en porcentaje y se transformaron con arcoseno antes del análisis. Se realizó análisis de varianza de un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los promedios de tratamientos se compararon mediante la diferencia mínima significativa ($P \leq 0.05$), con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cultivo de vid en la región se injerta en los meses de febrero y de marzo utilizando portainjertos y yemas en letargo; sin embargo, existe una alternativa complementaria de injertar en los meses de mayo y junio usando portainjertos y yemas en pleno crecimiento activo; es decir, el llamado injerto “en verde”. En este sentido, Walter *et al*. (1990) señalan que el injerto

en letargo y en crecimiento activo (en verde) son dos técnicas muy efectivas para multiplicar la vid en condiciones de vivero. No obstante, el prendimiento dependerá del tipo de injerto que se realice.

El prendimiento del injerto en vid Red Globe varió ampliamente, desde 14 hasta 91%. Pero, el injerto de hendidura lateral presentó la mayor respuesta en prendimiento (Cuadro 1), esto se atribuye a que en este tipo de injerto la púa lleva más madera, más reservas y presenta mayor área de contacto con el portainjerto en el momento de la injertación.

La longitud del brote injertado injertado y la tasa de crecimiento absoluta resultó mayor para las plantas injertadas mediante hendidura lateral (Cuadro 1), esto se debe a que las reservas iniciales que lleva la púa de este tipo de injerto generan un mayor vigor inicial en la planta.

Cuadro 1. Prendimiento y crecimiento de injertos en vid para mesa Globo Rojo.

Injerto	Prendimiento (%)	Longitud de injerto (cm)	Tasa de crecimiento absoluta (mm día^{-1})
Hendidura diametral	83.33 ab	34.50 bc	3.83 bc
Yema en T	64.75 b	47.40 ab	5.27 ab
Hendidura lateral	91.00 a	54.21 a	6.02 a
Yema o astilla	14.10 c	21.00 c	2.33 c

Valores dentro de columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (*p≤0.05*).

En el caso del número de nudos las plantas injertadas mediante yema en T y hendidura lateral mostraron los mayores valores; no obstante, el injerto de hendidura lateral presentó los entrenudos más largos (3.25 cm) en comparación con los demás (Cuadro 2).

Cuadro 2. Nudos y longitud de entrenudos de injertos en vid para mesa Globo Rojo.

Injerto	Número de nudos	Longitud de entrenudos (cm)
Hendidura diametral	12.86 ab	2.65 ab
De yema en T	16.70 a	2.77 ab
Hendidura lateral	16.66 a	3.25 a
De yema o astilla	9.25 b	2.25 b

Valores dentro de columnas con la misma literal son estadísticamente iguales (*p≤0.05*).

Al considerar el prendimiento de los diferentes tipos de injerto en vid para mesa Red Globe, la técnica de injertación “en verde” se puede adoptar como una práctica complementaria de manera rutinaria para mejorar el establecimiento del viñedo desde el segundo año de plantación.

CONCLUSIONES

El injerto de hendidura lateral presentó mayor prendimiento, longitud de brote, longitud de entrenudos y tasa de crecimiento.

Los injertos de hendidura lateral y de yema en T mostraron mayor número de nudos en el brote.

La técnica de injertación “en verde” es una práctica efectiva para el prendimiento de injertos en vid para mesa Red Globe.

BIBLIOGRAFÍA

Fuantos, M. J. M., M. A. Galindo R., José Fuantos B. y M. Ortiz L. 2012. Injertación “en verde” en tres portainjertos de vid. XXIV Semana Internacional de Agronomia FAZ-UJED. Venecia, Durango. p 1362-1366.

Hartmann, H. T. y D. E. Kester. 1987. Propagación de plantas. Compañía Editorial Continental, México. Hidalgo, L. 2002. Tratado de viticultura general. Tercera edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 1,235 pp.

Howell, G. S. 1987. Vitis rootstocks. *In*: Rootstocks for fruit crops. 452-472 pp. R.C. Rom and R. F. Carlson (eds). John Wiley & Sons. New York, USA.

Ren Z. and J. Lu. 2002. Muscadine rootstock increased the resistance of Florida hybrid bunc grape cv. “Blanc Du Bois” to Pierce’s and anthracnose diseases. Proc. Fla. State Hort. So. 115:108-110.

SAS. 2002. SAS software version 9.0. SAS Institute, Cary, NC, USA.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2016. Cierre de la producción agrícola por estado: uva. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). [Consultado: 4 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx.

Valenzuela-Ruiz, M. J., F. R. Robles-Contreras, R. L. Grijalva-Contreras and R. Macias-Duarte. 2005. Effect of Harmony and Freedom rootstocks on yield and quality of “Red Globe' table grapes. HortScience 40:1069.

Valenzuela-Ruiz, M. J., F. R. Robles-Contreras, R. Macias-Duarte and R. L. Grijalva-Contreras. 2006. Productivity of “Superior Seedless” grafted on rootstocks Harmony and Freedom for table grape. HortScience 41:1068-1069.

Walter, B., P. Bass, R. Legin, C. Martin, R. Vernoy, A. Collas and G. Vesselle. 1990. The use of greengrafting technique for the detection of virus-like diseases of the grapevine. Phytopathology 128:137-145.

Weaber, R. J. 1985. Cultivo de la Uva. Compañía Editorial Continental, México.

RENDIMIENTO Y CALIDAD FÍSICA DE SEMILLA DE CEBADA EN FUNCIÓN DE LA FECHA DE SIEMBRA

Miguel A. Avila Perches[1]*, Mauro R. Zamora Díaz[2], A. Josué Gámez Vázquez[1], Salomón Solano Hernández[1] y Martha L. López Cano[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

INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, la cebada es el quinto cultivo agrícola más importante, después de maíz, trigo, arroz y soya. En el mundo, la producción de cebada equivale a poco más de 144 millones de toneladas que se obtienen en cerca 49 millones de ha que se siembran anualmente, con un rendimiento promedio de 2.5 t ha^{-1} (Ullrich, 2011).

En México durante el 2014 se sembraron alrededor de 322,000 ha con cebada, que se establecen en dos épocas. Durante el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal se cultivaron cerca de 260,000 ha, principalmente en los estados de Hidalgo, México, Tlaxcala y Puebla, mientras que en el ciclo otoño-invierno se sembraron alrededor de 62,000 ha en riego y destacan por su superficie las entidades de Guanajuato, Querétaro y Michoacán. En el país se obtienen aproximadamente 846,000 t de cebada, por lo que este cultivo se ubica en el quinto lugar en importancia en la producción nacional de granos, de las cuales, el 60 % se cosechan en temporal y el resto (40 %) en riego. En México, el principal productor de este cereal es Guanajuato con alrededor de 341,000 t, que representan el 40 % de la producción nacional (SIAP, 2016).

En nuestro país, el 60 % de la producción nacional de cebada se utiliza para la extracción de malta que se destina a la industria cervecera, el 34 % se emplea en la alimentación animal, el 2 % para semilla, el 1 % en la alimentación humana y 3 % son pérdidas. A nivel internacional, México es el principal productor y exportador de cervezas, ya que esta bebida se vende en 180 países, aunque el mercado principal es Estados Unidos de Norteamérica. La industria de la cerveza mexicana se mantiene en el primer lugar de exportación del sector de alimentos y bebidas con un monto de 2,400 millones de dólares (Schwentesius *et al*., 2004).

La semilla necesaria para establecer la superficie nacional de cebada, se produce principalmente en el estado de Guanajuato bajo condiciones de riego, y durante el ciclo otoño-invierno bajo condiciones de riego, se han llegado a establecer hasta cerca de 10,000 ha. Es frecuente que en el proceso de multiplicación de semilla de cebada, se utilice la fórmula de producción que se recomienda en la región, para la obtención de grano, no obstante hay características que la simiente debe presentar, como una buena capacidad de germinación, rápido y uniforme establecimiento en campo, así como un alto vigor de las plántulas, que probablemente dicha fórmula de producción no pueda conferir. Por lo anterior, resulta importante generar tecnología que permita obtener un elevado rendimiento, en combinación con la más alta calidad de la simiente, además de considerar el aspecto de rentabilidad económica y que sea sustentable con el ambiente.

La calidad de la semilla está determinada por un conjunto de atributos que colaboran en el establecimiento y desarrollo de las plantas en el campo, en donde el aspecto genético, físico, sanitario y fisiológico juegan un papel importante. La calidad física incluye aspectos tales como: pureza analítica, contenido de humedad, tamaño, peso y color (Copeland y McDonald, 1995).

Existe efecto de la fecha de siembra en la calidad de cebada maltera durante el ciclo otoño-invierno en El Bajío y el establecimiento óptimo para obtener el máximo potencial de los genotipos es el 15 de diciembre (Huerta *et al*., 2012). En este aspecto, Pérez (2014) señala que todos los genotipos evaluados mostraron mejor rendimiento de grano en las fechas de siembra del 15 y 30 de noviembre, además los genotipos Alina y Armida sobresalieron en el ensayo del 15 de diciembre, mientras que en los experimentos del 30 de diciembre y 15 de enero, la producción disminuyó considerablemente en todos los cultivares, en ambos años de estudio.

En El Bajío, en trigo se compararon tres fechas de siembra realizadas el 15 de noviembre, 15 de diciembre y 15 de enero, en esta última, se presentó el menor rendimiento debido principalmente a que se observó el menor peso individual de grano y el más bajo número de granos por espiga (Solís *et al*., 2004). En esta misma región, la producción de grano fue más alta en la fecha de siembra del 22 de diciembre en comparación con el establecimiento el 12 de enero (Suaste *et al*., 2013).

Por lo que el objetivo del presente estudio, fue cuantificar el efecto de tres fechas de siembra en el rendimiento y calidad física de semilla de trece variedades 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. El suelo del lote experimental donde se realizó la evaluación de los tratamientos se clasifica como vertisol, de textura franco arcilloso, moderadamente alcalino (pH: 7.81), con contenido mediano de materia orgánica (1.88 %), en tanto que su contenido de nitrógeno (38.27 ppm) se clasifica como moderadamente alto, mientras que el fósforo (29.53 ppm) y potasio (993.43 ppm) se considera como alto.

El ensayo se estableció con un arreglo en parcelas divididas en un diseño experimental de bloques al azar, en la parcela mayor se ubicaron tres fechas de siembra: 15 de noviembre y 15 de diciembre de 2015 y 15 de enero de 2016, mientras que en la parcela chica se situaron trece variedades de cebada: Adabella, Alina, Armida, Esmeralda, Esperanza, Maravilla, M-179, M-183, M-184, M-185, M-180, M-181 y Guanajuato, las tres últimas son de dos hileras y la diez primeras son de seis hileras en la espiga. El experimento se estableció con una densidad de siembra de 120 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 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 semilla (RS), la calidad física se evaluó mediante el peso volumétrico (PV) y de mil semillas (PMS) así como porcentaje de semilla comercial (PSC), esta última característica se definió como la cantidad de semilla retenida por una criba de perforaciones oblongas de 2.8 mm X 19 mm. Se realizó el análisis estadístico utilizando el programa SAS. Cuando las diferencias fueron significativas se empleo la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 0.05 de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (ANVA) detectó diferencias altamente significativas para las fuentes de variación fecha de siembra (FS) y Variedad (V), mientras que en la interacción FS X V no hubo significancia en rendimiento de semilla y peso volumétrico, en estas dos características, los coeficientes de variación (CV) fueron de 12.29 y 2.29 % respectivamente, lo cual es un indicativo de la confiabilidad de los resultados obtenidos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadrados medios de los análisis de varianza para rendimiento de semilla (RS) y peso volumétrico (PV) de 13 variedades de cebada evaluadas en tres fechas de siembra.

Fuente de Variación (FV)	Rendimiento de Semilla	Peso Volumétrico
Fecha de siembra (FS)	7865354.09 **	84.69 **
Variedad (V)	13228763.31 **	153.25 **
FS X V	636394.26 NS[1]	11.41 NS[1]
Coeficiente de Variación (%)	12.29	2.29

[1]NS: No significativo. ** Valores significativos al 0.01 de probabilidad.

El mayor RS se obtuvo en las fechas de siembra del 15 de noviembre y 15 de diciembre, y sus diferencias no fueron estadísticamente significativas, sin embargo al establecer el cultivo el 15 de enero hubo una reducción promedio de la producción del 14 %. El más alto valor para RS fue para M-183 con 7.04 t ha^{-1} en tanto que el promedio menor fue para M-181 con 4.94 t ha^{-1} (Cuadro 2).

El mayor valor de PV se presentó en la fecha de siembra (FS) del 15 de diciembre con 67.8 kg hL^{-1} mientras que en el ensayo establecido el 15 de enero se obtuvo el promedio más bajo con 64.5 kg hL^{-1}. En esta misma característica, sobresalieron las tres variedades de dos hileras, M-180, M-181 y Guanajuato, así como la de seis hileras, M-183 (Cuadro 2).

En peso de mil semillas y porcentaje de semilla comercial, el análisis de varianza (ANVA) detectó diferencias altamente significativas para las fuentes de variación fecha de siembra (FS) y Variedad (V), mientras que en la interacción FS X V no hubo significancia, en estas dos variables, los coeficientes de variación (CV) fueron de 4.03 y 6.16 % respectivamente, lo que denota la confiabilidad de los resultados obtenidos (Cuadro 3).

Es importante resaltar que en las cuatro variables estudiadas, los ANVA detectaron el más alto valor en el cuadrado medio de la fuente de variación de variedades, lo cual significa que el genotipo fue el factor que más influyó en la manifestación del RS, PV, PMS y PSC.

Cuadro 2. Rendimiento de semilla y peso volumétrico de 13 variedades de cebada evaluadas en tres fechas de siembra.

Factor de estudio	Rendimiento de semilla ($t\ ha^{-1}$)	Peso volumétrico ($kg\ hL^{-1}$)
Fecha de siembra		
15 de noviembre	6.22	66.9
15 de diciembre	6.18	67.8
15 de enero	5.33	64.5
DMS*	0.28	0.5
Variedad		
Adabella	5.34	62.4
Alina	6.83	66.9
Armida	6.96	64.8
Esmeralda	6.06	64.7
Esperanza	6.71	62.8
Maravilla	5.39	65.8
M-179	6.41	68.4
M-183	7.04	69.9
M-184	5.83	65.7
M-185	4.74	64.5
Guanajuato	5.18	68.1
M-180	5.37	70.9
M-181	4.94	68.9
DMS*	0.70	1.4

*DMS: Diferencia mínima significativa

Cuadro 3. Cuadrados medios de los análisis de varianza para peso de mil semillas (PMS) y porcentaje de semilla comercial (PSC) de 13 variedades de cebada evaluadas en tres fechas de siembra.

Fuente de Variación (FV)	Peso de mil semillas	Porcentaje de semilla comercial
Fecha de siembra (FS)	97.15 **	388.10 **
Variedad (V)	876.56 **	9086.85 **
FS X V	11.81 NS	212.19 NS
Coeficiente de Variación (%)	4.03	6.16

[1]NS: No significativo. ** Valores significativos al 0.01 de probabilidad.

El mayor PMS y PSC se presentó en el ensayo establecido el 15 de noviembre y conforme se retraso la siembra se observó una tendencia a disminuir en los valores de estas dos características. Además en estas mismas variables, sobresalieron las variedades de dos hileras M-180 y M-181, así como las de seis hileras M-179 y M-183 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Peso mil semillas y porcentaje de semilla comercial de 13 variedades de cebada evaluadas en tres fechas de siembra.

Factor de estudio	Peso de mil semillas (g)	Porcentaje de semilla comercial
Fecha de siembra		
15 de noviembre	47.5	95.0
15 de diciembre	46.3	91.7
15 de enero	39.9	70.6
DMS	0.6	2.0
Variedad		
Adabella	41.3	78.7
Alina	44.5	84.8
Armida	45.6	84.5
Esmeralda	41.3	84.1
Esperanza	43.6	79.8
Maravilla	41.1	77.9
M-179	47.2	89.1
M-183	46.8	93.5
M-184	43.4	84.7
M-185	42.5	88.2
Guanajuato	44.0	81.5
M-180	48.5	94.3
M-181	49.8	94.0
DMS*	2.3	5.7

*DMS: Diferencia mínima significativa

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento de semilla se observó en las fechas de siembra del 15 de noviembre y 15 de diciembre, en esta variable sobresalieron M-183, Armida, Alina, Esperanza y M-179.

El más alto peso de mil semillas y porcentaje de semilla comercial, se presentó en la fecha de siembra del 15 de noviembre.

En calidad física sobresalieron las variedades de dos hileras, M-180 y M-181, así como las de seis hileras, M-179 y M-183.

BIBLIOGRAGÍA

Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1995. Principles of seed science and technology. Third edition. Kluwer Academic Publishers. U. S. A.

Huerta Z. R., M. Zamora D., S. Solano H., M. L. López C. 2012. Efecto de las fechas de siembra en la calidad de cebada maltera de riego en El Bajío. Memoria Técnica Día de Campo Ciclo otoño-invierno. Campo Experimental Bajío. INIFAP. Celaya, Guanajuato, México.

Pérez R. J. A. 2014. Rendimiento de grano, fenología y calidad de semilla en genotipos de cebada maltera. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Schwentesius R. R., J. Aguilar Á. y M. A. Gómez C. 2004. La cadena agroindustrial de cebada-malta-cerveza: propuesta para la renegociación del TLCAN y política de fomento para su reconstrucción. En: Schwentesius R. R., M. A. Gómez, J. L. Calva T. y L. Hernández N. ¿El campo aguanta más? Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. Serie Reportes de Investigación. Chapingo, México.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2016. Consultado en: www.siap.gob.mx

Solís M. E., M. Hernández M., A. Borodanenko, J. L. Aguilar A., y O. A. Grageda C. 2004. Duración de la etapa reproductiva y el rendimiento de trigo. Rev. Fitotec. Mex. 27(4): 323-332.

Suaste F. M. P., E. Solís M., L. Ledesma R., M. L. de la Cruz G., O. A. Grageda y A. Báez P. 2013. Efecto de la densidad y método de siembra en el rendimiento de grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) en El Bajío, México. Agrociencia 47: 159-170.

Ullrich S. E. 2011. Significance, adaptation, production and trade of barley. In: Ullrich S. E. (Ed.). Barley, production, improvement and uses. Blackwell Publishing Ltd. U. S. A

APLICACIÓN DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS PARA INCREMENTAR EL CONTENIDO NUTRIMENTAL EN PLANTULAS DE HORTALIZAS

Manuel Fortis Hernández[1*], Luis Ángel Córdova Chavarría[2], Pablo Preciado Rangel[1], Esteban Sánchez Chávez[3], Radames Trejo Valencia[4] y Miguel Ángel Segura Castruita[1]

[1]Instituto Tecnológico de Torreón. DEPI. Posgrado en Suelos. Carretera Torreón-San Pedro km 7.5. Ejido Anna, Municipio de Torreón, Coahuila, México. C. P. 27170. [2]Maestría en Ciencias en Suelos. División de Estudios de Posgrado del Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro km 7.5. Ejido Anna, Municipio de Torreón, Coahuila, México. C. P. 27170. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Delicias. Av. 4a. Sur 3820, Fracc. Vencedores del Desierto, Cd. Delicias, Chihuahua. México. C.P. 33089. Tel/Fax: 639-4748400 Ext. 102. [3]Instituto Tecnológico de Minatitlán. Bulevar Institutos Tecnológicos. Minatitlán, Veracruz. Tel. 922-22-243-45 Ext.433.
*fortismanuel@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera la horticultura está en expansión, acorde con el desarrollo de la agricultura a nivel nacional y mundial. Así, en los últimos años se ha experimentado un gran incremento de la superficie cubierta con estructuras para proteger estos cultivos, esto se debe, entre otros factores a que la región cuenta con condiciones estratégicas que no tienen otras regiones del país, como son la cercanía con uno de los mercados más grandes y con mayor poder adquisitivo; Estados Unidos y Canadá, países con los que México han firmado tratados de libre comercio.

También se debe a las condiciones climáticas apropiadas para la instalación de diferentes tecnologías y estructuras para la protección de cultivos y la obtención de productos agrícolas durante casi todo el año, a la mano de obra relativamente barata, a los costos de producción entre 20 y 30 % más bajos que en USA y Canadá, así como bajos costos de la tierra, la energía y combustibles relativamente baratos. Ello ha generado un cambio tecnológico y el desarrollo acelerado de tecnologías de producción intensivas basadas en el uso intensivo de fertilizantes convencionales. Cultivos como tomate, pepino, pimiento, berenjena, etc., se llevan a cabo en ambientes protegidos en cerca de 1000 hectáreas de invernadero y malla sombra, sistemas que son para la exportación (SAGARPA, 2015).

Las perspectivas de estas especies hortícolas en la región, es que será una actividad de suma importancia económica, y social dentro el sector alimentario. Sin embargo, los mercados globales, sin fronteras, demandarán competitividad, calidad y productividad, factores que serán necesarios analizar en el ámbito científico – académico, para afrontar con éxito este gran reto.

Recientemente en muchos países se ha explorado la posibilidad del uso de algas y micro algas marinas en la agricultura. El mar provee sin fin de recursos, las algas se consideran residuos en aquellas zonas donde la eutrofización origina crecimientos excesivos de las mismas. Con el paso del tiempo las algas se han utilizado como acondicionadores de suelo para mejorar el

crecimiento de las plantas en sistemas agrícolas principalmente en lugares cercanos a las costas. Las algas marinas tienen nutrimientos y sustancias naturales cuyo efecto es similar a los reguladores de crecimiento, dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos alginicos, fúlvicos, manitol, así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Crouch y Van Staden, 1992). Otro de los beneficios de las algas es que refuerzan el sistema inmunitario y alimentario, a su vez activan su sistema fisiológico lográndose plantas más vigorosas, sanas y con mejor nutrición (Ortega y Gallego, 2008).

En esta investigación se estudia el uso de elicitores con base de algas y micro algas como fuente de fertilización orgánica, mediante la aplicación foliar a plántulas de tomate para determinar la asimilación de nitrógeno a través de la actividad enzimática de nitrato reductasa "*in vivo",* así como, evaluar el estado nutricional.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado bajo condiciones de invernadero en el Instituto Tecnológico de Torreón, localizado entre las coordenadas 24°30' y 27°N, 102°00' y 104°40'O, a una altitud de 1120 msnm. Ubicado en el Km 7.5 de la antigua carretera Torreón- San Pedro, Municipio de Torreón, Coahuila. Se evaluaron cuatro elicitores y un testigo regado con agua destilada, quedando: T1: Micro alga (*Grammatophora sp.*), T2: Ácido ascórbico, T3: Alga comercial (*Ascophyillum nodosum*), T4: Ácido Salicílico y T5: Testigo. La concentración de las algas fue solución al 10%, los ácidos ascórbicos y salicílico (T2 y T4) fueron aplicados a 1µM, y el testigo fue regado con agua tridestilada. Los tratamientos evaluados se aplicaron vía foliar a los 17, 24, 31, 38 y 45 días después de la siembra (dds).

La semilla de tomate utilizada fue del tipo saladette cv. Río Grande. La siembra de semilla de tomate se efectuó en cinco charolas de 200 cavidades utilizando peat moss como medio de germinación, poniendo una semilla en cada cavidad, cubriendo con un plástico negro hasta que germinaron las semillas. Las variables evaluadas fueron: Altura de planta, ésta variable se midió cada siete días a partir de la primera aplicación de los elicitores a los 17 dds hasta los 45 días. Área foliar, se cuantificó a los 50 dds. Se utilizó un integrador de área foliar marca LI-COR modelo LI-3100. Nitrógeno total en tejido vegetal (Método de micro Kjeldhal. Y actividad enzimática nitrato reductasa "*in vivo*", la cual fue determinada a los 60 dds. El procedimiento utilizado fue una adaptación de los métodos propuestos por Joworski (1957) y Mauriño (1986). El ensayo se llevó acabo tanto en el limbo foliar como en la raíz de la planta en cuestión. La

actividad nitrato reductasa "*in vivo*" se expresó en: µmol de NO_2^- formados por g^{-1} p. f. h^{-1} (micro moles de nitritos formados por gramos de peso fresco en una hora).

Los resultados de las variables evaluadas fueron analizados mediante Análisis de Varianza. La diferencia entre medias de tratamientos se realizó por la prueba de comparación múltiple de TUKEY con un nivel de significancia de 0.05, usando el programa estadístico SAS versión 9.1 (SAS, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de plántula. El análisis estadístico para la variable altura de plántula de tomate producidas en invernadero, no mostraron diferencias significativas para las cinco fechas de muestreo. En la Figura 1, se presenta el comportamiento de esta variable, si bien no muestra diferencia significativa se observa una tendencia que al aplicar micro alga *Grammatophora* se obtienen plántulas de tomate con mayor altura comparado con el tratamiento testigo. Valdez *et al*. (2015) reportó una altura de plántulas de tomate a los 62 días después de la siembra al aplicar Ácido Salicílico en una solución a una concentración de 10^{-6} M de 29.75 cm contra su control 28.83 cm, los riegos fueron con solución nutritiva (Steiner, 1964) tres veces por semana. Por tal motivo, se puede inferir que al tener las plántulas de tomate con ese aporte nutricional necesarios éstas crecieron 100% más que las reportadas en este trabajo, sin embargo, cabe mencionar que en esta investigación el único aporte nutrimental fueron los tratamientos.

Cuadro 1. Comparación de medias de altura de planta, en cinco fechas de muestreo después de la siembra (dds), de plantulas de tomate producidas en invernadero con diferentes aplicaciones foliares de elIcitores. Letras distintas dentro de cada columna indican diferencia estadística significativa (Tukey; $P \leq 0.05$).

	Micro Alga Grammatophora	Ácido Ascórbico	Alga Comercial	Ácido Salicílico	Testigo
17 dds	4.16[a]	3.63a	4.06[a]	4.06[a]	4.16[a]
24 dds	6.36[a]	5.40[a]	6.50[a]	5.86[a]	5.76[a]
31 dds	8.40[a]	7.13[a]	7.93[a]	7.43[a]	7.70[a]
38 dds	9.56[a]	8.26[a]	9.23[a]	8.90[a]	8.53[a]
45 dds	10.43[a]	9.30[a]	10.30[a]	9.66[a]	9.90[a]

Área Foliar (Af). Los resultados indican que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos de algas ya que para el tratamiento con micro alga grammatophora (T1) se obtuvo 33 cm^2 y el tratamiento con producto comercial (T3) 37.5 cm^2, sin embargo, estos son diferentes estadísticamente a los demás tratamientos registrando el tratamiento testigo (T5) 20.17 cm^2 superando a los tratamientos con Ácido Ascórbico y Ácido Salicílico con 15.8 cm^2 y 15.7 cm^2 respectivamente (Figura 1). Preciado (2010) obtuvo plántulas de tomate con un área foliar de 47

cm^2 asperjándole orina humana diluida con agua destilada a una conductividad eléctrica de 1 dsm^{-1}. Al asperjarle solución nutritiva Steiner obtuvo 36 cm^2 de área foliar, podemos notar que al utilizar productos derivados con algas se puede alcanzar a obtener área foliar similares si aplicamos solución Steiner.

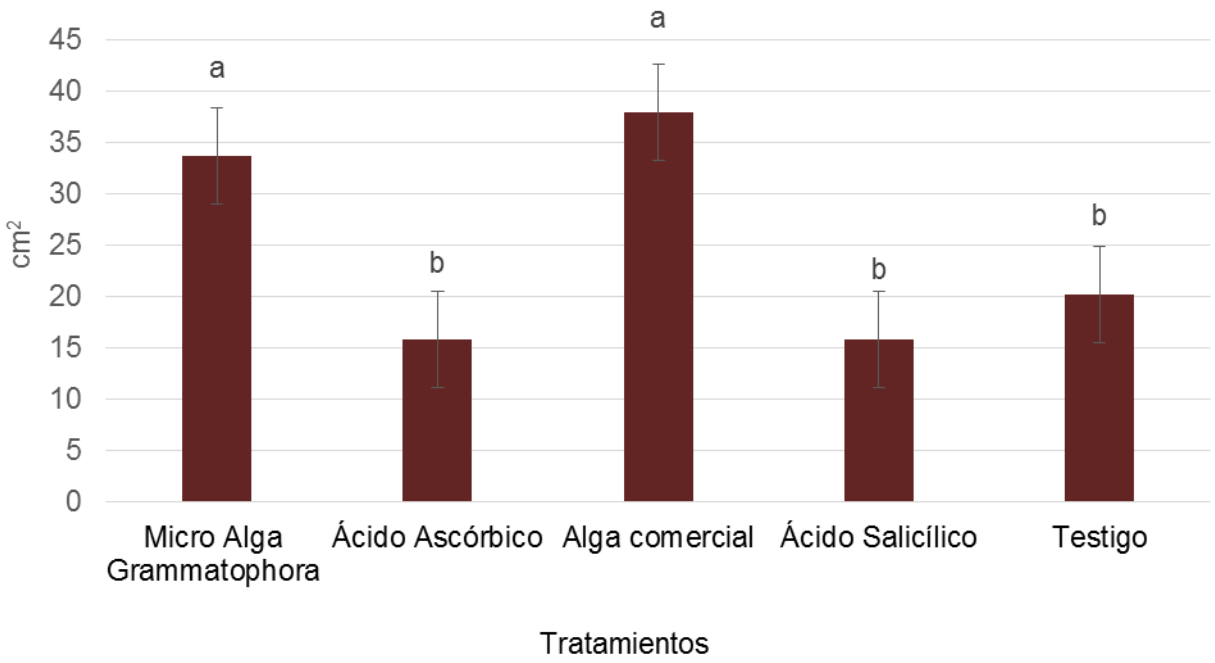


Figura 1. Comparación de medias de área foliar, a los 51 días despúes de la siembra (dds), de plantulas de tomate producidas en invernadero con diferentes aplicaciones foliares de elicitores. Letras distintas dentro de cada columna indican diferencia estadística significativa (Tukey; $P \leq 0.05$).

Nitrógeno (N). El N se considera el nutriente que se usa más ampliamente como fertilizante y es el más demandado para el crecimiento de las plantas cultivadas. Las plántulas asperjadas con micro alga *Grammatophora* (tratamiento uno) fueron las que mayor porcentaje de nitrógeno obtuvieron con un 6.79% comparado con el testigo de 6.74%.

Preciado *et al*. (2015), aplicando orina humana diluida con conductividad eléctricas de 4 dsm^{-1} a plántulas de tomate obtuvieron porcentaje de 6.70% lo cual al aplicar micro alga *Grammatophora* pudiera ser una alternativa para obtener plántulas más nutridas. En la Figura 2, se puede observar los porcentajes de nitrógeno en plántulas de tomate.

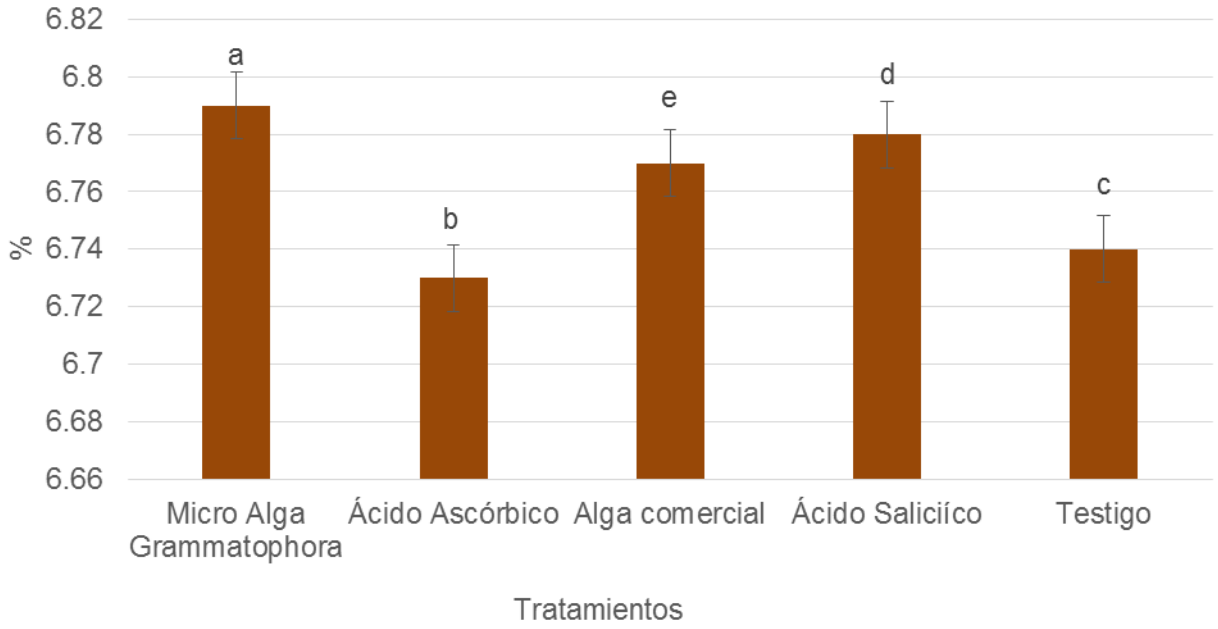


Figura 2. Comparación de medias para la concentración porcentual de N, a los 51 días despúes de la siembra (dds), de plantulas de tomate producidas en invernadero con diferentes aplicaciones foliares de elecitores. Letras distintas dentro de cada columna indican diferencia estadística significativa (Tukey; *P*≤ 0.05).

Nitrato Reductasa. La mayor actividad NR endógena se presentó al aplicar micro alga grammatophora con 0.1400 µmol de NO_2^- formados por g^{-1} p. f. h^{-1} (T1) contra el tratamiento testigo (tratamiento cinco) que formó 0.1100 µmol de NO_2^- formados por g^{-1} p. f. h^{-1}, por otra parte, en el tratamiento que menor actividad presentó fue en el producto comercial con alga (T3) con una actividad de 0.0800 µmol de NO_2^- formados por g^{-1} p. f. h^{-1}.

En la Figura 3, se muestran los resultados arrojados por el análisis de varianza (ANOVA) lo cual indica que ésta reacción (endógena) es la que cuantifica el aporte nutrimental de los tratamientos evaluados sin ayuda de sustrato o cofactor. Quiere decir que es el nitrato que asimilo la planta de manera natural para posteriormente reducirlo a nitrito.

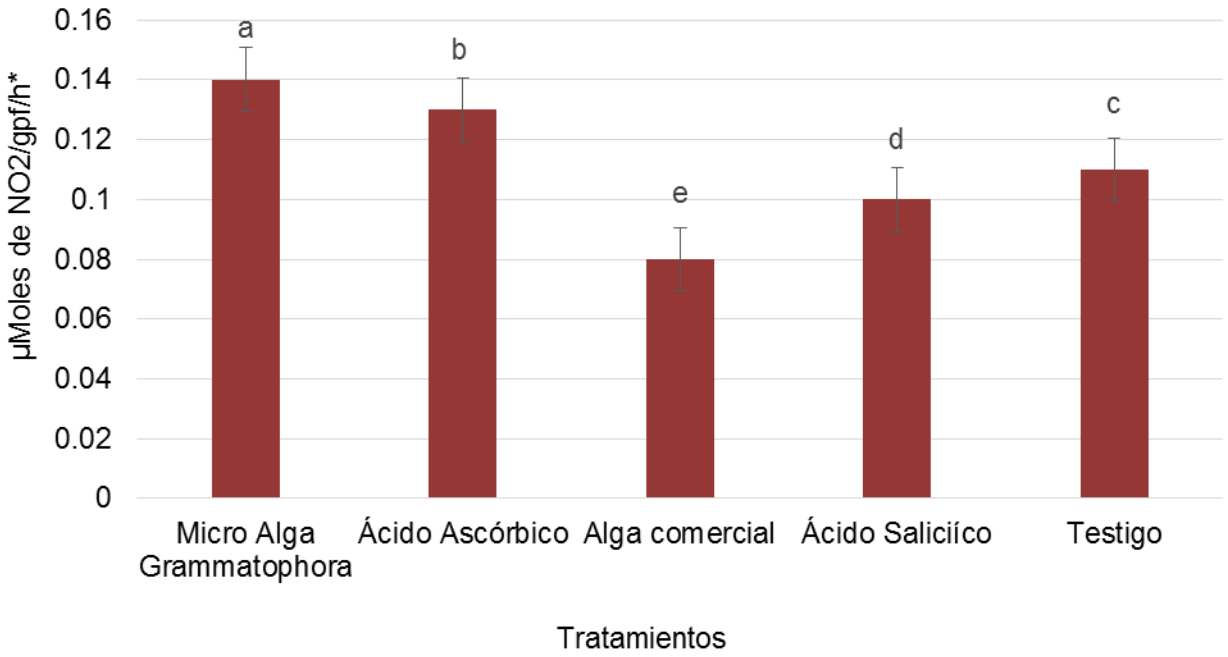


Figura 3. Comparación de medias para la reacción endógena de nitrato reductasa (RXA), a los 51 días despúes de la siembra (dds), de plantulas de tomate producidas en invernadero con diferentes aplicaciones foliares de elicitores. Letras distintas dentro de cada columna indican diferencia estadística significativa (Tukey; $P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

Al aplicar micro alga grammatophora como elicitor se obtienen plántulas de tomate con mayor biomasa (vigor), estructura radical y plántulas mejor nutridas. Se incrementa la actividad enzimática Nitrato Reductasa en la reacción endógena (A) con un valor de 0.14 µmoles de NO_2/g p f /h contra 0.11 µmoles de NO_2/ g p f /h. Las hojas de las plántulas de tomate reproducidas en invernadero presentan mayor cantidad de nitrógeno en su concentración porcentual de 6.79% contra un 6.74% del Testigo. El uso elicitores a base de algas marinas es una alternativa ecológica y viable para sustituir el uso de elicitores inorgánicos ya que con el presente trabajo se observan resultados favorables y se obtienen plántulas mejor nutridas con mayor biomasa.

BIBLIOGRAFIA

Crouch , L y J. van Staden. 1992. Evidence of the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. Department of Botany, University of Natal, Republic of South Africa. Ed. Kluwer Academic ublishing. The Netherlands.

Jaworski, E.G. 1971. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. Biochem Biophys Res Commun 43: 1274-1279 Pág.

Mauriño, S.G., E.C. chevarria, J.A. Mejias, M.A. Vargas, J.M. Maldonado. 1986. Properties in the in vivo nitrate reductase assay in maize, soybean, and spinach leaves. J Plant Physsiol 124:123-130 Pág.

Ortega W. R., and Gallego, R. O. (2008) Utilización de algas marinas como componente de sustratos para la producción de plántulas de acelga y lechuga. 39 - 40.

Preciado P., Torres AG., Segura MA., Fortis M, Garcia JL., Rueda EO., Sánchez E. 2010. Evaluación de orina humana como fuente de nutrientes en la producción de plántulas de tomate. Universidad y Ciencia Vol 26:171 – 178.

Preciado-Rangel, Pablo; Fortis-Hernández, Manuel; García-Hernández, José Luis; de la Cruz-Lázaro, Efraín; Meza-Velázquez, Jorge Armando; Esparza-Rivera, Juan Ramón. 2015. Producción de plántulas de chile jalapeño fertilizadas con orina Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 6:1481-1489.

SAGARPA-Región Lagunera, 2015. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Producción de tomate en ambientes protegidos en la Comarca Lagunera.

SAS Institute Inc. 2009. SAS/STAT User's Guide, version 9.1, Fourth Ed. Vol. 1 and 2. SAS Institute Inc., Cary, N.C., USA.

Steiner, A.A. 1984. The universal nutrient solution. Proc. 6th Int. Cong. on Soilless Culture. ISOSC. Lunteren, Holanda. 633-649 Pág.

Valdéz S., Gonzáles S., Valdez L., Ramirez F., Benavides M. 2015. Efecto de aplicación exógena de ácido benzoico y salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate, tomatillo y pimiento. Revista Mexicana de ciencias Agrícolas. pp 2331 – 2343.

EVALUACIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO EN LA CAPACIDAD Y CALIDAD ANTIOXIDANTE EN GERMINADOS DE TRIGO

Gaucín-Delgado, Jazmín Montserrat[1*]; Salas-Pérez Lilia[2]; Fortis-Hernández, Manuel[1]; Trejo-Valencia, Radames[3], Ávila-Cisneros, Rafael[4]; Rocha-Valdez, Leonardo[4]; Preciado-Rangel, Pablo[1]*

[1]Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón, Coahuila. México.
[2]Universidad Politécnica de Gómez Palacio. Gómez Palacio, Durango. México.
[3]Instituto Tecnológico de Minatitlán, Minatitlán,Ver. México.
[4]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreon, Coahuila, México.
*Autor responsable: ppreciador@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, México ha presentado un incremento considerable en la incidencia de enfermedades degenerativas como diabetes, obesidad, cáncer y enfermedades cardiovasculares, entre otras. Los principales factores detonantes que influyen en la aparición de este tipo de enfermedades aparte de los genéticos son la contaminación, el estrés y la alimentación. Este último factor es debido al consumo de dietas altas en calorías vacías como azúcares y grasas refinadas, como resultado de la industrialización y los nuevos estilos de vida (Ramírez *et al*. 2016). Los efectos ocasionados por el consumo de este tipo de alimentos deben ser atendidos mediante la búsqueda de alternativas de alimentación que ofrezcan beneficios sustanciales para la salud, reduciendo el riesgo de adquirir enfermedades (Gershenson y Wisdom, 2013). Uno de estos alimentos son los denominados germinados, también llamadas brotes o "sprouts" (Khlestkina *et al.* 2011). Los germinados son ampliamente consumidos en países orientales y europeos desde la antiguedad y han mostrado tener un efecto benéfico sobre la salud de la población, así como mayor longevidad (León *et al*. 2013). Además, los germinados representan una herramienta económica, sencilla y útil para mejorar la calidad nutricional y nutracéutica de cereales, crucíferas y leguminosas (Świeca, 2012; Gawlik-Dziki et al. 2012, Pająk, Socha et al. 2014). Diversos estudios muestran evidencia de que los germinados contienen un elevado nivel de componentes pro-salud, los cuales son influenciados por las condiciones de producción, de la calidad de las semillas, y las condiciones de germinación, entre otras (Dziki, Gawlik *et a*l. 2015). Ejemplos de lo anterior lo demuestran diversas investigaciones que registraron un incremento de compuestos nutracéuticos en germinados de diferentes especies por aplicación de peróxido de hidrógeno, utilización de extractos de corteza de levadura, diversos tratamientos de estrés abiótico y aplicación de selenio (Gulewicz et al. 2014). Otros estudios han demostrado que la aplicación ácido cítrico (AC) desempeña importantes papeles en el metabolismo de las plantas (Benavides-Mendoza *et al .,* 2007) produciendo un incremento en el contenido de compuestos bioactivos precursores

de una amplia gama de metabolitos primarios y secundarios como fenólicos y flavonoides, que funcionan como antioxidantes celulares inhibiendo a los radicales libres previniendo así la aparición de enfermedades (Qualley *et al*., 2012). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo, fue evaluar el efecto del ácido cítrico en la actividad y calidad antioxidante en germinados de trigo.

El ácido cítrico (AC) es uno de los ácidos orgánicos más importantes en las plantas (Campbell, 2010); su exudación como anión citrato se presenta en respuesta al daño causado por Al (aluminio) o bien frente a la deficiencia de Fe (hierro) o P (fósforo) (Otros estudios han demostrado que la aplicación de ácidos orgánicos como el ácido benzoico (AB) se encuentra de forma natural en las plantas desempeñando importantes papeles en el metabolismo (Benavides-Mendoza *et al .,* 2007) produciendo un incremento en el contenido de compuestos bioactivos precursores de una amplia gama de metabolitos primarios y secundarios como fenólicos y flavonoides, que funcionan como antioxidantes celulares inhibiendo a los radicales libres previniendo así la aparición de enfermedades (Qualley *et al*., 2012). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo, fue evaluar el efecto del ácido cítrico en la actividad y calidad antioxidante en germinados de trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron semillas de trigo (*Triticum aestivum* L), con alto porcentaje de germinación (95%), las semillas se lavaron con agua potable la cual contenía 1 mL L^{-1} de hipoclorito de sodio durante 15 minutos para escarificar y eliminar patógenos en las semillas. Posteriormente las semillas fueron enjuagadas con agua potable dos veces para eliminar el exceso de hipoclorito de sodio y escurridas antes de la etapa de pre-germinación, la cual consistió en la inmersión de la semilla en agua potable a 15-18 °C durante un periodo de 6 horas. Posteriormente las semillas fueron escurridas y enjuagadas con agua potable antes de la etapa de germinación. La etapa de germinación consistió en colocar las semillas pre-germinadas en charolas de plástico de poliestireno espumado con un área de 15*10*5 cm, con perforaciones en la parte basal para permitir suficiente aireación. Las charolas fueron cubiertas con manta del número uno y colocadas en oscuridad a temperatura ambiente (15-18 °C). Dicha etapa tuvo una duración de 6 horas. Transcurrido este tiempo inició la etapa de crecimiento, la cual tuvo una duración de 6 días, los riegos se realizaron cada 3 h mediante aspersión con una dosis de 5 mL por aplicación. Estos riegos fueron acompañados de la aplicación los diferentes tratamientos de ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) en dosificaciones de 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} y 10^{-5} M. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas

consistieron en: solidos solubles totales (SST), contenido de compuestos fenólicos totales (CFT), flavonoides totales (FT) y capacidad antioxidante total (CAT). La MS se determinó siguiendo el método oficial de la AOAC (1990). Para los SST se pesaron 2 gramos de germinado macerado en un mortero con pistilo, y colocaron 0.5 gramos en un refractómetro (Atargo, modelo SPR-N). El contenido de compuestos fenólicos totales se midió usando una modificaciónn del método de

Folin-Ciocalteu (Singleton *et al*., 1999), los flavonoides totales se cuantifico de acuerdo a la metodologia descrita por Lamaison y Carnet (1990) y la capacidad antioxidante se evaluó de acuerdo al método in vitro $DPPH^+$ usando una modificación del método publicado por (Brand-Williams *et al.*, 1995). Los resultados se analizaron mediante un varianza y prueba Tukey ($P \leq 0.05$) para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sólidos solubles totales

Los sólidos solubles totales en los germinados de trigo mostraron diferencia significativa ($P \leq 0.05$) debido a las dosis de ácido cítrico evaluados (Cuadro 1), con valores comprendidos entre 9 a 12 °Brix. La mayor concentración de solidos solubles en los germinados fue para los que fueron asperjados con la concentración 10^{-2} M. Los valores más bajos lo mostraron la concentración 10^{-5} M y el testigo. La disminución en los azúcares en el tratamientos de 10^{-5} y testigo , pudiera deberse

a la actividad respiratoria posterior del germinado, durante la cual los azúcares pueden ser usados como sustratos en los procesos metabólicos (Ulloa *et al .,* 2009).. Esto parece inducir a una modificación en los ºBrix, indicando que el AC modifico la actividad fisiológica, dando una conversión del almidón en azúcares.

Cuadro 1. Valores promedio de solidos solubles totales (SST), contenido de compuestos fenólicos totales (CFT), flavonoides totales (FT) y capacidad antioxidante total (CAT) en germinados de trigo, bajo diferentes concentraciones molar de ácido cítrico.

Ácido Citrico	**SST**	**CFT**	**FT**	**CAT**
M	º Brix	mg AGE/100 gr PF	mg QE/100 gr PF	Meqiv TROLOX/100 gr PF
10^{-2}	12.5556 a*	189.9791 a	150.0326 a	115.0479 a
10^{-3}	10.7778 ab	154.2768 b	138.6268 b	105.562 b
10^{-4}	11.5556 bc	142.7037 c	129.8422 c	99.5043 e
10^{-5}	10.1111 c	136.2215 d	112.9105 d	99.7345 d
Control	9.8889 c	136.3361 d	102.1777 e	100.9324 c

*Valores con letras iguales en cada columna, son iguales de acuerdo con la prueba *Tukey (P≤0.05).*

Compuestos fenólicos totales

Las diferentes dosis de AC, mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), en los CFT (Cuadro 1), los cuales mostraron valores comprendidos entre 136 y 189 mg de ácido gálico equivalente (AGE)/ 100 g de peso fresco. El tratamiento con el mayor valor de compuestos fenólicos totales lo mostró la concentración 10^{-2} M, y la menor concentración lo mostro el tratamiento 10^{-5} y el testigo. Estos resultados concuerdan con los de otras investigaciones que confirman que las aplicaciones de ácidos orgánicos alteran significativamente la composición bioquímica y funcionalidad de brotes y semillas de cereales (Randhir *et al*., 2007). El ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) destaca por tener una función antioxidante y antimicrobiana (Quevedo *et al*., 2005), además de que el ácido cítrico permite aumentar la vida de anaquel del producto (Ulloa *et al.,* 2010).

La aplicación de ácido cítrico de forma directa al germinado aumenta el contenido de fenoles en el proceso de crecimiento en los metabolismos primario y secundario que comparten rutas y precursores, en los cuales la utilización de fuentes nutricionales disponibles como el carbono y el nitrógeno en parte de la presencia de un grado de estrés (Tisserat y Vaughn, 2008), o a la inhibición de las ezimas involucrandas en más metabolismo de ácido cítrico (Abín *et al.,* 2004). ácido cítrico es un ciclo metabólico de importancia fundamental en todas las células que utilizan oxígeno durante el proceso de respiración celular. Entrando el ciclo de Krebs, como uno de los principales ejes metabólicos en la mayoría de las células de las plantas (Fei *et al.,* 2015). Portadores de electrones que se utilizan en la cadena de transporte de electrones para producir ATP. Por lo tanto, lleva el piruvato que se hizo durante la glicólisis y la convierte en dos principales portadores de electrones producidos, que son NADH y FADH 2 (Shaougui *et al.,* 2015). Por lo tanto, se puede decir que son los compuestos fenólicos, los que aportan su potencial antioxidante, existiendo a su vez un efecto sinérgico entre los compuestos bioactivos que conforman al germinado. Así, el AC, incrementa por lo tanto el contenido de compuestos fenólicos en el germinado, debido a que participa en forma importante en metabolitos que dan lugar a respuestas de expresión de los sistemas de control antioxidante.

Flavonoides

El contenido de flavonoides en los germinados de trigo fue afectado significativamente por las distintas dosis de AC ($P \leq 0.05$), los valores obtenidos fluctuaron con valores entre 102 y 150 mg de quercetina (QE)/ 100 g de peso fresco (Cuadro 1). El mayor contenido de flavonoides se presentó en los germinados de trigo con concentración de 10^{-2} en comparación con el testigo que presento el valor más bajo, con respecto a lo que menciona (Dong y Zhong, 2002), con las aplicaciones con de ácidos orgánicos, se someten las células a factores externos, induciendo mecanismos de defensa que en ocasiones incrementan la síntesis de metabolitos específicos.

Dichos factores se clasifican de acuerdo a su naturaleza, en bióticos (quitosano, metiljasmonato, alginato, extractos fúnjicos, (Conceicao et al., 2006; Ignatov et al., 1999; Wang y Zhong, 2002), y abióticos (metales pesados, estrés térmico, estrés osmótico) (Yu et al., 2005; Wu et al., 2001), que son reacciones metabolicas que se desencadenan como estrategia para elevar el contenido de compuestos antioxidantes en las plantas. Se señala que la capacidad antioxidante de un alimento se debe a la actividad antioxidante de sus diferentes compuestos bioactivos, entre los cuales tenemos a los compuestos fenólicos y por ende de flavonoides totales, entre otros. (Carrasco *et al.,* 2008). Estas reacciones podrían indicar que con la aplicación de ácido citrico a los germinados, los metabolitos secundarios pueden ser sintetizados bajo el proceso de respiración entrando en el ciclo de Krebs, llevando el piruvato que se realiza durante la glicólisis y la convirtiendola en dos principales portadores de electrones producidos, que son NADH y FADH 2.(Shaougui *et al.,* 2015).

Actividad antioxidante

Las diferentes dosis del elicitor evaluados en el presente experimentos provocaron diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en la actividad antioxidante, con valores comprendidos entre 100 y 115 M equivalente TROLOX/ 100 g de peso fresco (Cuadro 1). La mayor capacidad antioxidante se presentó en los germinados de trigo con concentración de 10^{-2} M, mientras que la dosis de10^{-5} y el testigo presentaron la menor actividad antioxidante. Resultados similares se obtuvieron (Wall *et al.,* 2006). La capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza, concentración de diferentes compuestos y los antioxidantes naturales presentes en él. La cual está directamente relacionada con el contenido de radicales peroxílicos (Carrasco *et al.,* 2008). La cual tiene la function de retardar o prevenir la oxidación de moléculas mediada por radicales libres cuando la concentración se encuentra baja (Airea *et al.,* 2013). Por lo tanto, se puede decir, a partir del (Cuadro 1), como resultado de la aplicación de ácidos orgánico incrementando de la actividad antioxidante, presentes en el germinado de trigo, tienendo un efecto sinérgico entre los compuestos bioactivos que conforman el germinado.

CONCLUSIONES

Basándose en estos resultados, parece que el germinado de trigo con la aplicación de AC en una concentración de 10^{-2}, es una muestra biológica con una riqueza importante en fitoquímicos, con efectos potenciales positivos en la salud humana. Desde un punto de vista donde se demostró que los antioxidantes, en el germinado de trigo posee una capacidad antioxidante sustancial. Los resultados anteriores nos permiten concluir que germinados de trigo frescos se puede utilizar fácilmente como fuente natural de compuestos bioactivos.

BIBLIOGRAFÍA

Benavides-Mendoza, A. S.-T., Alicia Marcelina; Ramírez-Godina, and V. R.-R. Francisca; Robledo-Torres, Homero; Maiti, Ratikanta. 2007. Tratamiento de semilla de chile con ácidos salicílico y sulfosalicílico y respuesta de las plántulas al frío. Terra Latinoamerican 22: 41-47.

Qualley, A. V.; Widhalm, J. R.; Adebesin, F.; Kish, C. M. And Dudareva, N. 2012. Completion of the core β-oxidative pathway of benzoic acid biosynthesis in plants. Proc. Natl. Acad. Sci. 109:16383-16388

Repo de Carrasco, R., Encina Zelada, C. R. 2008. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas.Revista de la Sociedad Química del Perú.74: 108-124.

Arias Zabala, Mario; Angarita Velásquez, Mónica Juliana; Aguirre Cardona, Ana Maria; Restrepo Flórez, Juan Manuel; Montoya Vallejo, Carolina. 2009. Estrategias para incrementar la producción de metabolitos secundarios en cultivos de células vegetales. Revista Facultad Nacional de Agronomía. 62: 4881-4895.

Pérez Labrada, Fabián; Benavides Mendoza, Adalberto; Vázquez Badillo, Mario Ernesto; Ramírez,

Homero. 2014. Adición de ácido cítrico en la solución nutritiva para tomate en un suelo calcáreo Terra Latinoamericana. 32:251-255.

Campbell, B. 2010. Organic matter application can reduce copper toxicity in tomato plants. J. Nat. Resour. Life Sci. Educ. 39: 45-48.

Barrera-Cruz, A., Rodríguez-González, A., Molina-Ayala, M. A. 2013. Escenario actual de la obesidad en México. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 51; 292-299.

Lau, D. C., Dhillon, B., Yan, H., Szmitko, P. E., Verma, S. 2005. Adipokines: molecular links between obesity and atheroslcerosis. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, *288:* 2031-2041.

Kopelman, P. G. 2000. Obesity as a medical problem. *Nature. 404:* 635-643.

Esparza-Rivera, Juan Ramón; Navarro Bravo, Agustín; Kendall, Patricia; Fortis Hernández, Manuel; Preciado Rangel, Pablo; Meza Velázquez, Jorge Armando. 2013. Aceptabilidad de lechuga de hoja fresca troceada, tratada con ácido ascórbico mediante hidroenfriamiento. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 4:767-778.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15 th. Edition, Washington, DC, U.S.A.

Singleton, V.L., R. Orthofer and R.M. lamuela-Raventos. 1999. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent." *Methods Enzymol.* 299: 152-178.

Lamaison, J.L.C. and Carnet, A. 1990. Contents in main flavonoid compounds of Crataegus monogynajacq. And Crataegus laevigata (Poiret) D.C. flowers at different development stages. Pharmaceutica Acta Helvetica, 65: 315-320

Brand-Williams W and Berset C. Cuvelier ME. 1995. Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm Wiss Technology.* 28:25-30.

Ulloa, J. A., Aguilar-Pusian, J. R., Rosas-Ulloa, P., del C. Galavíz-Ortíz, K. M., & Ulloa-Rangel, B. E. 2010. Efecto del remojo con ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio en la calidad fisicoquímica y microbiológica de jaca mínimamente procesada Effect of soaking conditions with citric acid, ascorbic acid and potassium sorbate on the physicochemical and microbiological quality of minimally processed jackfruit. *CyTA–Journal of Food. 8:*193-199.

Randhir, R., Shetty, K. 2007. Improved alpha-amylase and Helicobacter pylori inhibition by fenugreek extracts derived via solidstate bioconversion using Rhizopus oligosporus. Asia. *Pac. J. Clin. Nutr.* 16:382–392.

EVALUACIÓN DEL ÁCIDO SALICÍLICO EN EL RENDIMIENTO Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN FRUTOS DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

Vázquez-Díaz, David Alejandro[1]; Salas-Pérez Lilia[2]; Fortis-Hernández, Manuel[3]; Álvarez-Reyna, Vicente de Paul[1], Preciado-Rangel, Pablo[3*]

[1]Posgrado en Ciencias Agrarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila. México. [2]Universidad Politécnica de Gómez Palacio. Gómez Palacio, Durango. México. [3]Instituto Tecnológico de Torreón, Coahuila. México, *Autor responsable: ppreciador@yahoo.com.mx.

INTRODUCCIÓN.

La producción de los cultivos tiene una dependencia en insumos químicos. Sin embargo en los últimos años se ha propuesto el uso de moléculas de señal como el ácido salicílico con la finalidad de incrementar la producción y calidad de los productos (Herrera-Martínez *et al*., 2013). Estudios han demostrado que el ácido salicílico genera diferentes efectos en el desarrollo de los vegetales se tiene: inhibición de la germinación o del crecimiento de raíz y coleoptilo, inducción de la floración e inhibición de la misma, incita el cierre de estomas y disminución de la transpiración, mantiene turgentes los estomas y pulvinolos y altera la permeabilidad de los tilacoides (Sánchez-Chávez *et al*., 2011). De igual manera las aplicaciones de elicitores como el AS en el cultivo de tomate estimulan considerablemente los compuestos antioxidantes (El-Gaied *et al*., 2013). De tal manera el tomate esta identificado como un alimento funcional y nutraceútico que genera beneficios a la salud (Adalid *et al*., 2010). En la actualidad la sociedad generan un gran interés por los componentes bioactivos o nutracéuticos que están presentes en los alimentos, ya que estos favorecen o previenen las enfermedades crónicas y degenerativas (Llacuna y Mach, 2012). Así como también si generan efectos positivos para promover y/o restaurar las funciones fisiológicas del organismo humano (Méndez *et al*., 2014). Ya que estas son las principales causas de muertes (Gómez *et al*., 2010). Bajo esta perspectiva, el objetivo del presente estudio, fue evaluar el efecto del AS sobre el rendimiento y la capacidad antioxidante.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue establecido en un invernadero del Instituto Tecnológico de Torreón. Se utilizaron pplántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cv. Aquila (BHN Seed)®, las cuales se trasplantaron en bolsas de polietileno negro calibre 500 de tipo vivero de 20 kg de capacidad. Las macetas fueron acomodadas en doble hilera, con un arreglo en tresbolillo y con una separación entre hileras de 1.6 m, para obtener una densidad de 4.2 plantas m^2. Un diseño completamente al azar con seis tratamientos (0.0, 0.025, 0.05, 0.1, 0.2, y 0.4 mM de Ácido

Salicílico (AS). Las dosis del AS fueron aplicados en la solución nutritiva cada 15 días a partir del trasplante y hasta la madurez fisiológica de la planta. Cada tratamiento fue replicado seis veces. Se manejó un sistema de riego por goteo para suministrar tres riegos diarios, el cual el volumen por día fue de 0.750 L por maceta desde el trasplante a inicio e floración y 2.5 L por planta en plena floración hasta cosecha. Las plantas de tomate se guiaron a un solo tallo, para posteriormente tutorar con rafia sujeta de la parte superior de la estructura del invernadero. La polinización se realizó diariamente cuando se presentó el inicio de floración y hasta el amarre de frutos con un cepillo eléctrico. Las variables evaluadas fueron peso de frutos, numero de frutos, diámetro ecuatorial de frutos y capacidad antioxidante. La capacidad antioxidante se midió de acuerdo al método in vitro DPPH+ (Brand-Williams et al., 1995). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza con el programa estadístico SAS (SAS Inst., 1999) y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Rendimiento

Las diferentes dosis de AS mostraron diferencias significativas en el rendimiento ($P \leq 0,05$), siendo las dosis de 0.025 y 0.1 mM, quienes mostraron los mayores rendimiento superando en 30 y 23% la solución Steiner (Figura 1); en cambio la dosis alta (0.4 mM) disminuye 43 y 39 % con relación a las dosis bajas, esta disminución es debido a que dosis altas de AS, causan un estrés oxidativo, que la planta es incapaz de restaurar siendo toxicas para los cultivos (Hayat *et al.*, 2010). (González y Sánchez, 2014) mencionan que el As en bajas concentraciones induce un aumento del rendimiento. Sánchez-Chávez *et al*., (2011) también reportan efectos benéficos del AS, sobre el rendimiento de chile jalapeño, concluyendo que con 0.1 mM de AS, se maximiza este parámetro. Los resultados anteriores pueden ser explicados debido a que AS, es un regulador del crecimiento, que acelera el crecimiento y la división celular e incrementan el rendimiento de los cultivos (Botta Ferret *et al*., 2012). Con los resultados anteriores se demuestra que dosis bajas de AS en la solución nutritiva, favorecen significativamente el rendimiento, además de que no es necesario incrementar concentración de nutrientes en la solución nutritiva, disminuyendo así la cantidad de fertilizantes, lo que representa un ahorro considerable, además se contribuye en la protección del medio ambiente, ya que las moléculas de AS son inocuas (Mora *et al*., 2011).

Cuadro 1. Valores promedio de peso, número de frutos, tamaño, y capacidad antioxidante en frutos de tomate por efecto de diferentes concentraciones de ácido salicílico en la solución nutritiva.

Ácido Salicílico	Peso de frutos	Numero de frutos	Diámetro Ecuatorial	Capacidad antioxidante meqiv TROLOX/100 gr PF
mM	gr		Mm	
SN	130.8	22.8 ab	45.00 ab	44.32 d
0.025	132.5	29.5 a	50.31 ab	144.32 c
0.05	165.2	18.5 b	47.62 ab	193.74b
01	175.9	21.1 ab	48.36 ab	202.22b
0.2	125.1	18.5 b	55.40 a	246.95a
0.4	118.3	18.1 b	34.44 b	263.62a

*Valores con letras iguales en cada columna, son iguales de acuerdo con la prueba Tukey *(P*≤ 0.05).

Tamaño de frutos

Las diferentes dosis de AS afectaron los parámetros de calidad evaluados (*P*≤0,05), la dosis alta de AS (0.4 mM) promovió la producción de frutos chicos y el resto de los tratamientos muestran frutos medianos (SAGARPA-ASERCA, 2008). La aplicación de dosis altas de AS genera un estrés oxidativo en las plantas (Larqué-Saavedra *et al*., 2010) y estas presentan una marcada disminución en el número y tamaño de frutos (Besset *et al.,* 2001)

Capacidad nutraceútica de frutos

Para los parámetros de calidad nutráceutica evaluados las diferentes dosis de ácido salicílico mostro diferencias significativas (*P*≤0,05), consiguiendo los valores más altos las dosis altas de AS (0.2 y 0.4 mM). (El-Shraiy and Hegazi, 2009); (Guzman *et al*., 2015) obtuvieron resultados similares con aplicaciones de AS generando un incrementoa en el contenido compuestos fitoquimicos en frutos. El incremento en antioxidantes totales es atribuido a que las dosis adecuadas de AS activan el metabolismo secundario (Larqué-Saavedra *et al*., 2010), con lo que se induce al incremento en la síntesis de antioxidantes (Mora *et al*., 2011).

CONCLUSIÓNES.

El ácido salicílico mejoro el rendimiento y calidad de los frutos de tomate. Las dosis bajas de AS (0.02 mM), mejoraron el rendimiento, en cambio dosis altas lo disminuyen un 43%, pero se mejora la calidad nutracéutica de los frutos. El uso del AS es una alternativa viable para

incrementar la producción y enriquecer la calidad nutracéutica de frutos de tomate con posibilidad de mejorar la salud publica al ser consumidos.

BILIOGRAFÍA.

Adalid, A. M., Roselló, S., and Nuez, F. 2010. Evaluation and selection of tomato accessions (Solanum section Lycopersicon) for content of lycopene, β-carotene and ascorbic acid. *Journal of food composition and analysis* 23, 613-618.

Botta Ferret, E., Almaguel Rojas, L., Franco Domínguez, I., and Díaz Finalé, Y. 2012. Evaluación de la acción de diferentes fitorreguladores sobre las poblaciones de Steneotarsonemus spinki Smiley en dos variedades comerciales de arroz. *Fitosanidad* 12, 109-116.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology* 28, 25-30.

El-Gaied, L. F., Abu El-Heba, G. A., and El-Sherif, N. A. 2013. Effect of growth hormones on some antioxidant parameters and gene expression in tomato. *GM crops & food* 4, 67-73.

El-Shraiy, A. M., and Hegazi, A. M. 2009. Effect of acetylsalicylic acid, indole-3-butyric acid and gibberellic acid on plant growth and yield of pea (Pisum sativum L.). *Aust J Basic Appl Sci* 3, 3514-3523.

Gómez, R., Monteiro, H., Cossio-Bolaños, M. A., Fama-Cortez, D., and Zanesco, A. 2010. El ejercicio físico y su prescripción en pacientes con enfermedades crónicas degenerativas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica* 27, 379-386.

González-Huerta, A., and Sánchez, E. U. 2014. Producción de flores de Gerbera jamesonii cv.'Dream'en función de los ácidos giberélico y salicílico.

Guzman-Tellez, E., Benavides-Mendoza, A., Flores-Olivas, A., Cabrera-De la Fuente, M., and Diaz-Montenegro, D. 2015. Residuality of exogenous salicylic acid and effect on catalase activity and total antioxidant capacity in tomato leaves. *African Journal of Agricultural Research* 10, 3893-3900.

Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., and Ahmad, A. (2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. *Environmental and experimental botany* 68, 14-25.

Herrera-Martínez, S. L., Mora-Herrera, M. E., García-Velasco, R., Gomora-Rasso, J., and Rogel-Millán, G. 2013. Efecto del acido ascorbico sobre crecimiento, pigmentos fotosinteticos y actividad peroxidasa de plantas de rosal. *Terra Latinoamericana* 31, 193-199.

Larqué-Saavedra, A., Martín-Mex, R., Nexticapan-Garcéz, Á., Vergara-Yoisura, S., and Gutiérrez-Rendón, M. 2010. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.). *Revista Chapingo. Serie horticultura* 16, 183-187.

Llacuna, L., and Mach, N. 2012. Papel de los antioxidantes en la prevención del cáncer. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética* 16, 16-24.

Méndez, H. D., Rangel, P. P., Reyna, V. Á., Hernández, M. F., and Hernández, J. L. G. 2014. Producción orgánica y capacidad antioxidante de frutos de pepino. *ITEA, información técnica económica agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA)*, 335-342.

Mora-Herrera, M. E., Peralta-Velázquez, J., López-Delgado, H. A., García-Velasco, R., and González-Díaz, J. G. 2011. Efecto del ácido ascórbico sobre crecimiento, pigmentos fotosintéticos y actividad peroxidasa en plantas de crisantemo. *Revista Chapingo. Serie horticultura* 17, 73-81.

Sánchez-Chávez, E., Barrera-Tovar, R., Muñoz-Márquez, E., Ojeda-Barrios, D. L., and Anchondo-Nájera, Á. 2011. Efecto del ácido salicílico sobre biomasa, actividad fotosintética, contenido nutricional y productividad del chile jalapeño. *Revista Chapingo. Serie horticultura* 17, 63-68.

EFECTO DE LA HUMEDAD EDÁFICA Y LA TEMPERATURA EN EL RENDIMIENTO FORRAJERO DE AVENA

Saúl Santana Espinoza[1*], Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1], Hilario Flores Gallardo[1] , Rafael Jiménez Ocampo[1], Rigoberto Rosales Serna[1]

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango- El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170. *santana.saul@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En Durango, la falta de planeación en la producción animal ha propiciado la falta constante de forraje durante la época seca del año debido a la sobreexplotación del pastizal, degradación del ambiente, erosión del suelo y pérdida de la diversidad de especies (Arrieta y Cortés, 2009; Cisneros *et al*., 2009; Medina *et al*., 2009). Lo anterior, ha propiciado también la degradación de los ecosistemas de matorral micrófilo y bosque templado para abrir nuevas áreas de pastoreo, con el fin de abastecer la demanda de alimento generada por el número creciente de animales domésticos. En 2014, se tuvo en Durango una población de ganado bovino cercana a un millón 275 mil cabezas (SIAP, 2015).

La disponibilidad de agua de lluvia y riego es limitada en Durango, por lo que se requiere una planeación adecuada para el incremento de la productividad de este recurso y reducir la competencia establecida entre las necesidades humanas y la producción de forrajes. Las principales necesidades humanas son el uso del agua en el hogar, producción de alimentos básicos, industria y generación de energía. Actualmente, la producción agropecuaria utiliza 76.7 % del agua concesionada en México (CONAGUA, 2011), lo cual establece la necesidad de reducir el consumo de este recurso, para disminuir la competencia entre las diferentes actividades económicas. Existen diferencias entre especies vegetales para la productividad del agua en la producción de la biomasa que será utilizada posteriormente como forraje para la alimentación animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un lote sembrado el 03 de octubre de 2015, en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Dichas instalaciones se ubican en el kilómetro 4.5 de la carretera Durango-El Mezquital, a los 23° 59’ 21” N, 104° 37’ 33” O y una altitud de 1,877 m. El suelo predominante en el sitio es de tipo franco (arenoso y arcilloso), el cual tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 %, pH de 6.5 y es pobre en el contenido de materia orgánica, fósforo y nitrógeno. El clima de la región es templado-semiárido, con régimen de lluvias en verano, muestra variación

fuerte de temperatura [BS_1 Kw (w) (e)] y la media anual para esa variable es 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).

Se manejó un diseño completamente aleatorio (franjas apareadas) y seis repeticiones. Se aplicaron tres tratamientos de humedad, que fueron 100 %, 80 % y 60 % de humedad aprovechable. Las variedades sembradas avena (Turquesa, Avemex y Karma). La parcela experimental consistió de una melga de 10 m de ancho y 35 m de longitud.

La siembra se realizó en seco, el día 01 de octubre de 2015, con la sembradora Aitchinson grassfarmer 1414C®**,** la cual establece hileras de plantas con 15 cm de separación. Después, se aplicó el riego de siembra el día 03 de octubre y un sobre-riego el día 08 de octubre de 2015, para asegurar la emergencia de las plántulas. Se fertilizó el 29 de octubre de 2015 con la dosis 120-00-00 para nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O).

El riego se aplicó de manera diferenciada conforme a los requerimientos de los tratamientos evaluados. Los riegos se aplicaron con base en el contenido de humedad del suelo y los requerimientos de humedad del cultivo incluido en el estudio, con la finalidad de evitar el estrés hídrico en las plantas. El contenido de agua en el suelo se determinó semanalmente con la ayuda del sensor conocido como TDR HydroSense II (Time Domain Reflectometer, Campbell Scientific, Logan UT, USA) y el riego se aplicó en el momento que se registró el porcentaje de abatimiento fijado desde el inicio del experimento (50 % de la humedad aprovechable en todos los tratamientos).

Para el cálculo de la lámina de riego (Lr) se utilizó el contenido de humedad del suelo (Pw) antes y después de la aplicación de agua en cada tratamiento. La estimación de la lámina consumida, lámina de reposición o lámina neta (dc = dn) se realizó con la estimación inicial basada en la ecuación dc = dn = ((Wc-Wa)/100)*PEA* D); donde: Wc= capacidad de campo (%), Wa= contenido de humedad antes del riego, PEA = peso específico aparente (g/cm^3) y D= profundidad efectiva de raíces (m) (Morábito *et al*., 2008). Además, se consideró la lluvia acumulada durante el ciclo para el cálculo de la lámina de riego total aplicada (Lr_a) en cada una de las especies forrajeras. 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 el sitio de estudio (INIFAP, 2016).

En cada uno de los tratamientos se evaluó mensualmente el rendimiento de forraje verde y forraje seco. Los muestreos se iniciaron cuando se alcanzó la etapa de prefloración (embuche) (avena) (65 días después de la siembra = DDS);

Para la realización de cada muestreo, en la melga de cada especie, variedad y tratamiento se tomaron seis muestras equidistantes (muestreo sistemático), con un cuadrante de 25 cm x 25 cm (625 cm^2), para la determinación del rendimiento de forraje verde y seco en toneladas por hectárea (t ha^{-1}). En cada muestreo se cortaron con hoz los tallos a una altura de 5 cm, sobre la superficie del suelo. Las muestras se colocaron en bolsas de papel previamente rotuladas con la identificación de cada fecha de muestreo, especie, tratamiento y repetición.

Las variedades de avena se cosecharon únicamente muestras en la etapa de embuche, para la determinación de biomasa, sin el corte completo de los lotes con la segadora mecánica.

Las muestras de forraje obtenidas en campo se pesaron inmediatamente después del corte en una báscula electrónica (Torrey®), con precisión de 0.01 g, para registrar el peso verde. Se obtuvieron los registros de temperatura máxima, temperatura mínima, lluvia acumulada y se determinaron los grados día (°D) acumulados para cada especie y fecha de corte. Los registros de temperatura y lluvia se obtuvieron de la caseta agro-meteorológica del INIFAP, la cual se encuentra instalada cerca del sitio experimental (INIFAP, 2016). Las determinaciones de los grados día se realizaron con base en el método que incluye las siguientes condicionantes: $^{\circ}D = T_a - T_{c\text{-}min}$, $T_a < T_{c\text{-}max}$; $^{\circ}D = T_{c\text{-}max} - T_{c\text{-}min}$, $T_a \geq T_{c\text{-}max}$; $^{\circ}D = 0$ y $T_a \leq T_{c\text{-}min}$. En donde T_a es la temperatura ambiental media diaria, $T_{c\text{-}max}$ y $T_{c\text{-}min}$ son las temperaturas máximas y mínimas del aire, las cuales representan los umbrales para el crecimiento y desarrollo de la planta. Los umbrales térmicos variaron según la especie y se situaron entre 5 y 7 ºC para la temperatura base (Tb) en trigo (Benacchio, 1982), avena (Ruiz *et al*., 2013) y alfalfa (Hakl *et al*., 2010), mientras que en pastos se utilizaron valores entre 7 y 11 ºC (Müller *et al*., 2009). Con base en los datos anteriores se utilizó un valor para Tb de 5 ºC y el valor máximo de temperatura se ubicó en 30 ºC.

Análisis estadísticos. El análisis de varianza para cada especie se realizó en un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial (tres variedades x tres tratamientos) y seis repeticiones. La comparación de medias se obtuvo con base en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró acumulación reducida de lluvia (91.8 mm) durante el periodo de cultivo que fue desde el 3 de octubre de 2015 y hasta el 31 de mayo de 2016, por ello se consideró como un ciclo otoño-invierno seco (Figura 1), lo cual es común en Durango. En el mes de enero de 2016 se registraron temperaturas bajas, inferiores a la temperatura base del trigo (0 ºC) (Salazar *et al*., 2013), cuyos umbrales térmicos se sitúan entre 5 y 30 ºC, con una temperatura óptima de 15 a 20 ºC (Benacchio, 1982). Las otras especies mostraron también afectaciones, debido a que la temperatura base se ubica por arriba de 0 ºC, como es el caso de alfalfa (Tb= 5 ºC; Hakl *et al*., 2010), avena (Tb= 5 ºC; FAO, 1994), pastos (Tb= 7 ºC a 11 ºC; Müller *et al*., 2009). Lo anterior, influyó en el crecimiento.

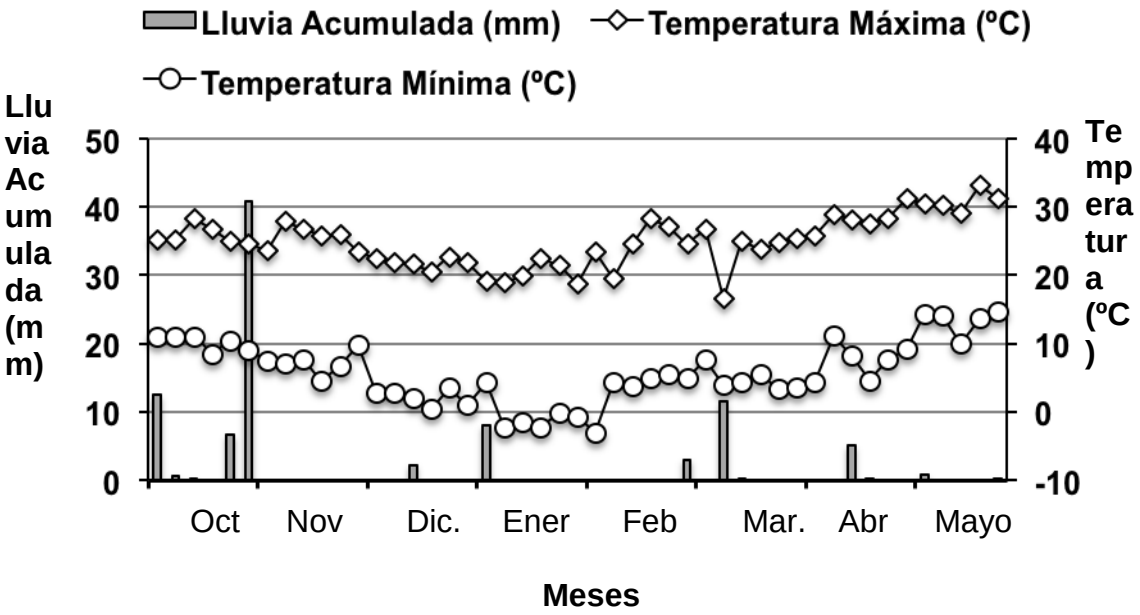


Figura 1. Registros de lluvia acumulada y valores medios de temperatura máxima y mínima en periodos de cinco días, durante el cultivo de especies forrajeras. Durango, Dgo. 2015-2016.

Se observaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para el rendimiento de forraje verde (FRV) y forraje seco (FRS), entre variedades y condiciones de humedad. En el caso de la interacción, no se observó significancia, lo cual demostró que las variedades de avena presentaron respuesta similar entre los tratamientos de humedad evaluados y mantuvieron su posición, entre tratamientos de humedad, al compararlas con las otras variedades. La variedad Turquesa registró el valor más alto de forraje verde en 60 % (57.9 t ha^{-1}), 80 % (63.7 t ha^{-1}) y 100 % (50.5 t ha^{-1}). Los tratamientos de humedad del 60 % (51.0 t ha^{-1}) y 80 % (52.2 %), registraron rendimiento promedio significativamente alto. En contraste, el mayor volumen de

agua aplicado en el tratamiento de 100 %, afectó negativamente la producción media de forraje (37.5 t ha^{-1}) (Figura 2).

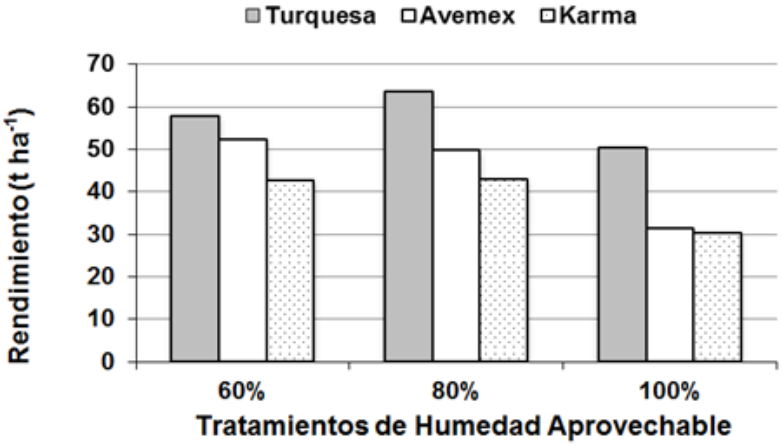


Figura 2. Rendimiento de forraje verde en variedades de avena cultivadas en tres tratamientos de humedad. 2015-2016.

La variedad Turquesa mostró también un alto valor de forraje seco en los diferentes niveles de humedad, con rendimientos de 8.4 t ha^{-1} (60 %), 9.1 t ha^{-1} (80 %) y 7.6 t ha^{-1} (100 %) (Figura 2). Se comprobó que los altos niveles de aplicación de agua afectaron negativamente la producción de forraje en avena, por lo que es necesario considerar esta respuesta al momento de programar y aplicar riego durante el ciclo de cultivo. En avena, se observó que la aplicación de riego moderado, para mantener la humedad aprovechable al 80 %, favoreció la producción de forraje verde y forraje seco. Lo anterior, es importante para evitar periodos de estrés que reduzcan el rendimiento y también que se aplique agua en exceso. Lo anterior, puede resultar en inundación, movimiento de los nitratos lejos de la zona de raíces (SAI, 2010), reducción del oxígeno, pérdida de energía contenida en los azúcares de la planta (Cavers y Heard, 2001) y disminución del crecimiento.

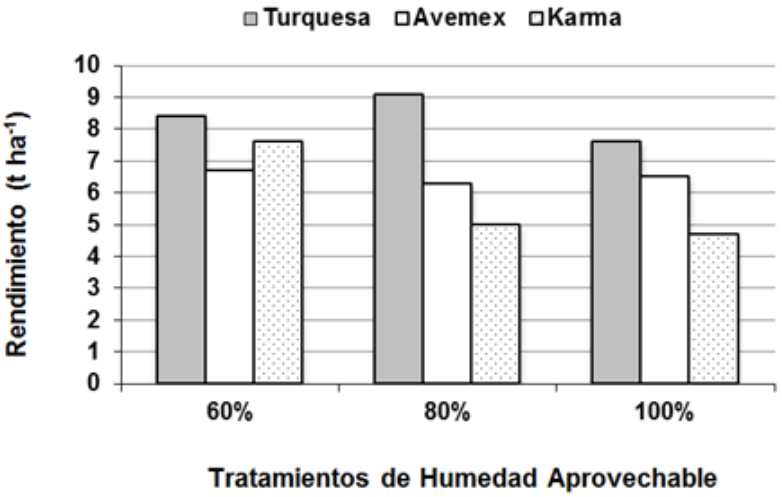


Figura 3. Rendimiento de forraje seco en variedades de avena cultivadas en tres tratamientos de humedad. 2015-2016. El efecto del exceso de agua sobre el rendimiento

Fue más notorio en las variedades Avemex y Karma (Figura 3). Estas variedades fueron seleccionadas principalmente en condiciones de temporal, lo cual demuestra su reducido nivel de adaptación en condiciones de humedad abundante. Por ello, se recomienda aplicar una cantidad de agua que permita el crecimiento de la avena, sin provocar estrés hídrico y sin afectar la presencia de oxígeno en el suelo. La variedad Turquesa sobresalió por su adaptación y respuesta en rendimiento de forraje verde y seco.

CONCLUSIONES

La avena es una especie con alto potencial forrajero en Durango, aunque en la actualidad se utiliza para una cosecha, por lo que es necesaria la selección de variedades que toleren el corte y muestren alta capacidad de rebrote. Se recomienda el uso de las variedades Turquesa y Karma por su alta productividad del agua en la producción de forraje verde.

BIBLIOGRAFÍA

Arrieta H., Y.; A. Cortés. 2009. Diversidad de las gramíneas de Durango, México. Polibotánica 28: 49-68. México.

Benacchio S., S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el trópico Americano. FONAIAP-CNIA. Maracay, Venezuela. 202 p.

Cisneros A., D.; M. I. Mata; E. O. Rueda; M. A. Garbalena. 2009. Evaluación cuantitativa de la vegetación en agostaderos sobrepastoreados tratados con rodillo aereador. Memorias del VI Simposio Internacional de Pastizales. Universidad Autónoma de Nuevo León-Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. México. 1p.

Hakl, J.; J. Šantrůček, P. Fuksa, L. Krajíc. 2010. The use of indirect methods for the prediction of lucerne quality in the first cut under the condition of Central Europe. Czech. J. Anim. Sci. 55(6): 258-265.

Medina G., G.; R. Gutiérrez L.; F. G. Echavarría C.; M. D. Amador R.; J. A. Ruiz C. 2009. Estimación de la producción de forraje con imágenes de satélite en los pastizales de Zacatecas. Técnica Pecuaria en México 47: 135-144.

Müller, L.; P. A. Manfron; S. L. Petter M.; N. A. Streck; A. Mittelmman; D. Dourado N.; A. Hedlund B.; K. Pereira M. 2009. Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genotipos diplóides e tetraplóides de azevém. Ciência Rural 39(5): 1343-1348.

SAI. 2010. Water conservation, Technical briefs. Irrigation scheduling. Documento consultado en línea 10/04/2016. http://www.saiplatform.org/uploads/Library/Technical%20Brief%206.%20Irrigation%20Scheduling.pdf.

Salazar G., M. R.; J. Johnson; B. Chaves C.; G. Hoogenboom. 2013. Relationship of base temperature to development of winter wheat. International Journal of Plant Production 7(4): 741-762.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2015. Coeficientes de agostadero por entidad. Consultado en línea 31/12/2015. http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/archivos/02_agrigan/d2_agrigan04_06.pdf.

CONTENIDO DE POLIFENOLES EN PLANTAS DE CHILE CON ABSCICIÓN DEL PEDUNCULO FLORAL CAUSADO POR ALTAS TEMPERATURAS

Mayra Denise Herrera, Olivia Gabriela Rosales Bugarín, Jaime Mena Covarrubias, Manuel Reveles Hernández

INIFAP Zacatecas. Carretera Zacatecas-Fresnillo Km 24.5, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. C.P. 98500. e-mail: herrera.mayra@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Se ha predicho que el calentamiento global tiene un efecto negativo en el crecimiento de cultivos de interés agrícola debido al daño causado por las altas temperaturas, provocando pérdidas catastróficas en el rendimiento de la mayoría los cultivos; es decir, la retención de órganos reproductores como la flor y el amarre del fruto, son altamente sensibles a los factores de estrés. En este sentido, se sabe que las altas temperaturas afectan los rangos fotosintéticos e incrementan la abscisión de las flores, lo que se manifiesta en la reducción del rendimiento del fruto (Bita *et al*., 2013; Aloni *et al*., 1996).

Este tipo de estrés abiótico causa cambios morfológicos, fisiológicos, bioquímicos y moleculares, lo que se traduce en daños a nivel celular en cualquier planta; según Aloni *et al*. (1991), la abscisión de las flores se lleva a cabo cuando la planta percibe temperaturas entre 32-38 °C durante el día, mientras que la retención de los frutos se lleva a cabo bajo temperaturas de 16-21 °C. Uno de los cambios bioquímicos más importantes en las plantas, debido al estrés por altas temperaturas (al menos 5 °C por encima de su condición óptima de crecimiento), es la modificación que sufren a nivel metabólico, lo que estimula o inhibe las síntesis de ciertos metabolitos con el propósito de sobrevivir (Guy, 1999). Entre estos metabolitos se puede mencionar aquellos compuestos cuyo propósito es contrarrestar el efecto del estrés oxidativo (Maestri *et al*., 2012), como los compuestos fenólicos, incluyendo principalmente los flavonoides y las antocianinas (Bita *et al*., 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de los tejidos vegetales y procesamiento de las muestras

Se estableció parcelas experimentales con de las variedades de chile Pasilla, Mirasol y Ancho en Jalpa, Zacatecas en el ciclo O-I del 2015; la temperatura máxima reportada fue de 32.4°C. Los muestreos se realizaron haciendo cortes del tejido foliar de hojas del ápice, hojas de la yema axilar y en pedúnculos florales de plantas de chile que presentaron flores abortadas y en plantas con la flor ‘amarrada’; una vez realizado el corte, el tejido se congeló en nitrógeno líquido con el fin de detener su metabolismo. En laboratorio, los tejidos fuero almacenaron a -

80°C, posteriormente se liofilizaron y molieron con el uso de un molino doméstico y se almacenaron en un lugar fresco y seco hasta su uso.

Extracción de compuestos fenólicos

Se realizó una extracción de los compuestos fenólicos mediante el solvente de extracción propuestos por Xu *et al*. (2007), a 1 g de harina de muestra liofilizada se le adicionaron 10 mL de acetona acidificada al 70 % con 0.5 % de ácido acético [(acetona/agua/ácido acético (70:29.5:0.5 v/v/v)], protegiendo de la luz y agitando durante 24 h, después se centrifugó a 5000 x g durante 10 min a temperatura ambiente, para obtener el sobrenadante.

Cuantificación de fenoles totales

Se empleó el método de Folin Ciocalteu, descrito por Singleton *et al*. (1999). La lectura de la absorbancia para cada muestra se hizo a 765 nm. La concentración se calculó utilizando un curva estándar equivalente de ácido gálico (0–0.032 mg/mL) y los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico/g de muestra seca.

Cuantificación de taninos condensados

Para la cuantificación de taninos condensados se tomaron muestras del extracto acetónico antes mencionado. Se cuantificaron los taninos condensados de acuerdo al ensayo de la vainillina de Desphande *et al*. (1985). Se midió la absorbancia a 492 nm en un espectrofotómetro y se utilizó una curva estándar de (+) catequina (0-0.8 mg/ml). La concentración final se expresó como mg equivalentes de (+) catequina/ g de muestra seca.

Cuantificación de flavonoides totales

Para la cuantificación de flavonoides totales se realizó la técnica descrita por Liu et al (2002), esta técnica se basa en la capacidad del $AlCl_3$ para formar quelatos con los falvonoides. Para la cuantificación de flavonoides totales se tomó lectura de la absorbancia a 510 nm en el especrofotómetro. La concentración final se determinó utilizando una curva estándar de (+) catequina (0–0.074 mg/mL) y los resultados se expresaron como mg equivalentes de (+) catequina/g de muestra seca de tejido.

Cuantificación de antocianinas

Previo a la cuantificación de antocianinas, se realizó la extracción de estos compuestos con etanol acidificado (85 mL de etanol al 95% + 15 mL de HCl 1.0 N), se protegió de la luz y posteriormente se agitó durante 2 min, trascurrido este tiempo, se ajustó el pH a 1.0 con HCl

concentrado, se agitó durante 30 min protegiendo de la luz y finalmente se centrifugó 10 000 x g durante 20 min a temperatura ambiente para obtener el sobrenadante.

La determinación de antocianinas totales se realizó siguiendo el método de Abdel-Aal *et al*. (1999), se medió la absorbancia en un espectrofotómetro a 535 nm. El valor de la absorbancia obtenido se sustituyó en la siguiente fórmula:

$$C = (A/\varepsilon) * (V/1000) * PM * (1/g \text{ de muestra} * 10^6)$$

Donde:

C = concentración de antocianinas totales (mg/kg); A = absorbancia a 535 nm; Ɛ = coeficiente de absortibidad molar de cianidina 3-glucósido (25965 cm-1 M-1); V = volumen total del extracto de antocianinas (mL); PM = peso molecular de la cianidina 3-glucósido (449 g/mol). Los resultados se expresaron como mg equivalentes de cianidina 3-glucósido/kg de muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los cuadros 1, 2 y 3, se observa un incremento importante en la concentración de antocianinas en la hoja de la yema axilar más cercana al pedúnculo tomado en el muestreo de plantas que mostraron abscisión de la flor, de la misma manera, el pedúnculo tomado de estas plantas sintetizó mayor concentración de antocianinas totales en las tres variedades de chile. En este contexto, Rienth *et al*. (2014) ha mencionado que la elevada síntesis de estos compuestos involucra la expresión de trancriptos que regulan el último paso en la biosíntesis de antocianinas, cuando el cultivo crece bajo condiciones de altas temperaturas. Por otro lado, el contenido de antocianinas en las hojas del ápice no tuvieron la misma tendencia, es decir, las variedades Pasilla y Ancho tuvieron mayor concentración de estos compuestos en plantas que presentaron el amarre de la flor, lo que pudiera indicar que el daño de la abscisión de la flor es mayor en el tejido más cercano al pedúnculo de la flor perdida.

Referente al contenido de taninos, en las variedades Pasilla, Mirasol y Ancho se cuantificó mayor concentración de estos compuestos en el tejido foliar del ápice cuando la planta no sufrió el aborto de flores, sin embargo, al realizar la evaluación del contenido de taninos condensados en el pedúnculo y en hojas de la yema axilar, las variedades Pasilla y Ancho fueron más eficientes en su acumulación, esto concuerda con lo reportado por Lees et al (1999), quienes encontraron substancialmente mayores concentraciones de taninos condensados en el tejido foliar de plantas cultivadas bajo un estrés causado por altas temperaturas.

Cuadro 1. Concentración de compuestos fenólicos en tejido foliar del ápice de tres variedades de chile.

Compuesto		Pasilla	Mirasol	Ancho
Taninos condensados[1]	PF-Amarrada	31.3 ± 0.1[b]	33.5 ± 0.1[a]	31.1 ± 0.1[b]
	PF-Abortada	26.8 ± 0.0[d]	30.8 ± 0.0[b]	29.2 ± 0.0[c]
Antocianinas totales[2]	PF-Amarrada	318.0 ± 0.2[ab]	354.7 ± 7.6[ab]	260.7 ± 29.8[c]
	PF-Abortada	310.4 ± 8.0[bc]	367.9 ± 0.1[a]	339.1 ± 2.7[ab]
Fenoles totales[3]	PF-Amarrada	37.4 ± 0.2[b]	40.7 ± 0.7[a]	26.9 ± 0.0[c]
	PF-Abortada	10.2 ± 0.1[e]	12.6 ± 0.0[d]	8.8 ± 0.2[e]
Flavonoides totales[1]	PF-Amarrada	42.6 ± 0.2[b]	51.8 ± 0.9[a]	41.6 ± 1.1[b]
	PF-Abortada	29.2 ± 1.5[c]	39.4 ± 0.1[b]	50.4 ± 0.2[a]

Los datos se expresan como la media ± DE [(a,b,c,d,e)] . Letras diferentes entre variedades y estado del pedúnculo floral indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey. Los datos se expresan como: [1]mg eq. de (+) catequina/g de mtra. seca. [2]mg eq.cianidina-3-glucósido/kg de mtra seca. [3]mg eq. de ácido gálico/g de mtra. seca. PF, pedúnculo floral.

Cuadro 2. Concentración de compuestos fenólicos en tejido de foliar de la yema axilar de tres variedades de chile.

Compuesto		Pasilla	Mirasol	Ancho
Taninos condensados[1]	PF-Amarrada	31.1 ± 0.4[a]	32.6 ± 0.4[a]	29.2 ± 0.4[a]
	PF-Abortada	36.7 ± 0.9[a]	31.5 ± 0.5[a]	34.8 ± 0.7[a]
Antocianinas totales[2]	PF-Amarrada	263.5 ± 5.4[b]	257.13 ±12.5[b]	286.9 ± 20.3[b]
	PF-Abortada	382.7 ± 40.8[a]	292.2 ± 14.7[b]	290.9 ± 14.7[b]
Fenoles totales[3]	PF-Amarrada	40.5 ± 0.9[b]	40.3 ± 1.9[b]	44.8 ± 0.5[a]
	PF-Abortada	9.4 ± 0.6[c]	9.9 ± 0.0[c]	9.6 ± 0.1[c]
Flavonoides totales[1]	PF-Amarrada	45.4 ± 0.8[c]	55.3 ± 2.1[a]	49.6 ± 0.1[b]
	PF-Abortada	42.6 ± 0.4[c]	50.1 ± 0.9[d]	32.9 ± 0.7[d]

Los datos se expresan como la media ± DE [(a,b,c,d,e,f,g)] . Letras diferentes entre variedades y estado del pedúnculo floral indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey. Los datos se expresan como: [1]mg eq. de (+) catequina/g de mtra. seca. [2]mg eq.cianidina-3-glucósido/kg de mtra seca. [3]mg eq. de ácido gálico/g de mtra. seca. PF, pedúnculo floral.

Se ha reportado que el efecto de las altas temperaturas, en hortalizas como el tomate, causa la acumulación de compuesto fenólicos solubles y de flavonoides mediante la estimulación de la actividad de la enzima PAL (fenilalanina amonio liasa) como parte de su aclimatación al calor (Rivero *et al*., 2001); sin embargo, a excepción de la variedad Ancho, en nuestros resultados se puede observar que los tejidos de las plantas con amarre de flor tuvieron mayor concentración de estos compuestos en comparación con los tejidos de las plantas con abscisión de la flor,

esto pudiera estar relacionado con la severidad del estrés, es decir, es probable que el grado de estrés no haya alcanzado los niveles necesarios para activar la PAL.

Cuadro 3. Concentración de compuestos fenólicos en pedúnculos de tres variedades de chile.

Compuesto		Pasilla	Mirasol	Ancho
Taninos condensados[1]	PF-Amarrada	8.8 ± 0.9^{b}	8.4 ± 0.0^{b}	10.8 ± 0.1^{ab}
	PF-Abortada	10.1 ± 1.8^{ab}	8.0 ± 0.1^{b}	12.7 ± 0.0^{a}
Antocianinas totales[2]	PF-Amarrada	320.8 ± 8.6^{a}	243.3 ± 27.1^{a}	243.5 ± 15.2^{a}
	PF-Abortada	324.1 ± 25.4^{a}	351.0 ± 10.1^{a}	289.8 ± 14.1^{a}
Fenoles totales[3]	PF-Amarrada	18.8 ± 0.7^{c}	21.6 ± 0.6^{b}	23.9 ± 1.0^{a}
	PF-Abortada	4.9 ± 0.1^{d}	5.3 ± 0.2^{d}	4.7 ± 0.0^{d}
Flavonoides totales[1]	PF-Amarrada	18.6 ± 0.4^{a}	16.0 ± 1.2^{bc}	18.2 ± 0.1^{ab}
	PF-Abortada	13.2 ± 0.0^{d}	11.7 ± 0.3^{d}	13.7 ± 0.6^{cd}

Los datos se expresan como la media ± DE $^{(a,b,c,d,e,f,g)}$. Letras diferentes entre variedades y estado del pedúnculo floral indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey. Los datos se expresan como: [1]mg eq. de (+) catequina/g de mtra. seca. [2]mg eq.cianidina-3-glucósido/kg de mtra seca. [3]mg eq. de ácido gálico/g de mtra. seca. PF, pedúnculo floral.

CONCLUSIONES

A pesar de que la concentración de fenoles totales y flavonoides totales fue mayor en la mayoría de los tejidos de las plantas de chile con amarre de flor, es evidente que existe un desequilibrio metabólico en las plantas que sufrieron abscisión de la misma, ya que las rutas biosínteticas involucradas en la producción de antocianinas y taninos fueron inducidas por el fenómeno de altas temperaturas, por lo cual se sugiere el avance en la investigación para conocer si en etapas posteriores de floración será manifiesto (a nivel bioquímico) cambios en la síntesis de fenoles y flavonoides. El efecto que tiene la incidencia de factores abióticos, en este caso, el efecto de altas temperaturas sobre plantas de chile a nivel metabólico y bioquímico, es ampliamente dependiente de la variedad, es decir, a pesar de que la tendencia en la síntesis de algunos metabolitos secundarios es similar, se observó algunas diferencias específicamente en la síntesis de compuesto fenólicos como los taninos condensados y las antocianinas totales.

BIBLIOGRAFÍA

Abdel-Aal SM, Hucl P. 1999. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheat. Cereal Chem. 76:350-354.

Aloni, B., Karin, L., Zaidman, Z., Schaffer, A.A. 1996. Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum* L.) flowers in relation to their abscission under different shading regimes. *Annals of Botany*. 78: 163-168.

Aloni, B, Pashkar, T., Karni, L. 1991. Partitioning of [^{14}C] sucrose and acid invertase activity in reproductive organs of pepper plants in relation to their abscission under heat stress. *Annals of Botany*. 67: 371-377.

Bita, C., Gerats, T. 2013. Planta tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. *Frontiers in Plan Science.*4: 1-18.

Deshpande SS, Cheryan M. 1985. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. J. Food Sci. 50: 905-910.

Guy, C. 1999. Molecular responses of plants to cold shock and cold acclimation. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*. 1: 231-242.

Lees, G.L., Hinks, C.F., Suttill, N.H. 1994. Effect or high temperature on condensed tannin accumulation in leaf tissues of big trefoil (*Lotus uliginosus* Schkuhr). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 65: 415-421.

Liu M, Qi Li X, Weber C, Yong LC, Brown J, Hai LR. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. J. Agric. Food Chem. 51: 2926-2930.

Maestri, E., Klueva, N., Perrotta, C, Gulli, M., Nguyen, H.T., Marmiroli, N. 2002. Molecular genetics of heat tolerance and heat shock proteins in cereals. *Plant Molecular Biology*. 48: 667-681.

Rienth, M., Torregrosa, L., Luchaire, N., Chatbanyong, R., Lecourieux, D., Kelly, M.T., Romieu, C. 2014. Day and night heat stress trigger different transcriptomic responses in green and ripening grapevine (*vitis vinifera*) fruit. *Plant Biology.* 14: 1-18.

Rivero, R.M., Ruiz, J.M., Garcia, P., López-Lefebre, L.R., Sánchez, E., Romero, L. 2001. Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. *Plant Science*. 160: 315-321.

Singleton VL, Orthofer R, Lamuela RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods enzymol. 299: 152-178.

Xu BJ, Chang SKC. 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. J. Food Sci. 2: 159-166.

CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS EN MERMELADAS DE TUNA CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE PECTINA

Mayra Denise Herrera, Olivia Gabriela Rosales Bugarín, Juan José Figueroa Gonzáles

INIFAP Zacatecas. Carretera Zacatecas-Fresnillo Km 24.5, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. C.P. 98500. e-mail: herrera.mayra@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La tuna (*Opuntia* spp.) es un recurso fitogenético de México de alto valor nutritivo y se reconocen alrededor de 23 variedades comestibles, agrupando a las tunas blancas, púrpuras, rojas, anaranjadas y amarillas. (Ochoa *et al*., 2010; Sumaya *et al.,* 2010); en este sentido, su color se debe a la presencia de pigmentos carotenoides, betalaínas y compuestos fenólicos lo que la hace atractiva para consumir fresca y para elaborar diversos productos (Figueroa *et al* 2010).

A nivel mundial, la popularidad de la tuna se ha incrementado notablemente, considerando conveniente diversificar los mercados y la presentación del producto, para hacerlo más atractivo a los consumidores. Dentro de las características tecnológicas importantes de la tuna para su procesamiento en mermelada son sus azúcares, pigmentos, acidez, aroma, y otros componentes que juegan un papel muy importante dentro de las características propias de los frutos (López *et al* 2011). Adicionalmente, la pectina es una sustancia que se empela para dar consistencia a las mermeladas y está involucrada en la degradación del color por su influencia en la en la pérdida o protección de compuestos fenólicos como las antocianinas (Kopjar et al., 2009).

El objetivo de este trabajo es la cuantificación de compuestos fenólicos en mermeladas elaboradas con dos variedades de tuna (Amarilla Olorosa y Rojo Dalia) y con pectina a diferentes concentraciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de las mermeladas

Para la elaboración de las mermeladas, se tomó tuna de las variedades Amarillo Oloroso y Rojo Dalia cosechadas en 2015. La tuna se licuó y se utilizó una proporción 1:1 de fruta:sacarosa. Las mermeladas se procesaron en una marmita semi-industial, al alacanzar los 60 °Brix se agregó ácido cítrico y a los 63 °Brix se adicionó pectina al 0, 1 y 2 %. Finalmente, al alcanzar los 66 °Brix se dejó de batir la mermelada y se envasó en frascos de vidrio esterilizados y se almacenó a temperatura ambiente hasta su análisis.

Extracción de compuestos fenólicos

La extracción de compuestos fenólicos se realizó mediante la metodología descrita por Xu *et al.* (2007), pesando 1 g de mermelada y adicionando 10 mL de acetona acidificada al 70 % con 0.5 % de ácido acético [(acetona/agua/ácido acético (70:29.5:0.5 v/v/v)].

Cuantificación de fenoles totales

Se utilizó el método de Folin Ciocalteu, propuestos por Singleton *et al*. (1999). La lectura de la absorbancia se realizó en un espectrofotómetro uv-vis a 765 nm. Se calculó la concentración utilizando una curva estándar de ácido gálico (0–0.032 mg/mL) y los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico/g de muestra.

Cuantificación de taninos condensados

Para la cuantificación de taninos condensados se tomaron muestras del extracto acetónico antes mencionado. Se llevó a cabo el ensayo de la vainillina propuesto por Desphande *et al*. (1985). Para la lectura de los taninos condensados se midió la absorbancia a 492 nm en un espectrofotómetro. La cuantificación se realizó utilizando una curva estándar de (+) catequina (0-0.8 mg/ml), la concentración se expresó como mg equivalentes de (+) catequina/ g de muestra.

Cuantificación de antocianinas

La cuantificación de antocianinas se realizó siguiendo el método de Abdel-Aal *et al*. (1999). Para la extracción de estos compuestos se tomó 0.5 g de mermelada adicionando 4 mL de etanol acidificado (85 mL de etanol al 95% + 15 mL de HCl 1.0 N) y se agitó por 2 min, después se ajustó el pH a 1.0 con HCl concentrado, se agitó por 30 min y finalmente se centrifugó 10 000 x *g* durante 20 min para obtener el sobrenadante. Dicho sobrenadante del extracto de antocianinas de mermelada se llevó a un volumen de 10 mL en un matraz aforado usando etanol acidificado. Posteriormente se medió la absorbancia en un espectrofotómetro a 535 nm. El valor de la absorbancia obtenido se sustituyó en la siguiente fórmula:

$$C = (A/\varepsilon) * (V/1000) * PM * (1/g \text{ de muestra} * 10^6)$$

Dónde: C = concentración de antocianinas totales (mg/kg); A = absorbancia a 535 nm; Ɛ = coeficiente de absortividad molar de cianidina 3-glucósido (25965 $cm^{-1} M^{-1}$); V = volumen total del extracto de antocianinas (mL); PM = peso molecular de la cianidina 3-glucósido (449 g/mol).

Los resultados se expresaron como mg equivalentes de cianidina 3-glucósido/kg de muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de fenoles totales se muestra en la Figura 1, se puede observar que la mermelada elaborada con la variedad de tuna Rojo Dalia con 0% de pectina mostró una mayor concentración de estos compuestos; sin embargo, al aplicar pectina en la formulación, la cantidad de fenoles disminuyó progresivamente. Por otro lado, para la variedad Amarillo Olorosa la mayor concentración de fenoles se obtuvo cuando las mermeladas se prepararon utilizando 0 y 2% de pectina con una diferencia solo del 2%, lo que indica que el tipo de variedad es dependiente de la cantidad de pectina empleada. Según Sumaya *et al*. (2010), en la pulpa de la tuna los componentes bioactivos encontrados en mayor cantidad son los compuestos fenólicos, sin embargo, factores como el procesamiento térmico, y la cantidad de pectina empleada puede influenciar su estabilidad por medio de procesos como la polimerización o los productos de las reacciones de Maillard (Kopjar *et al*., 2009)

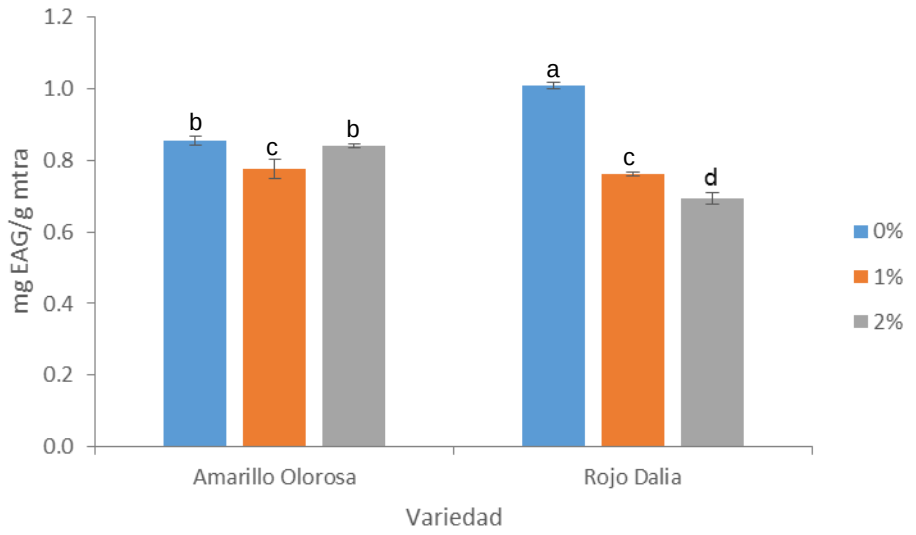


Figura 1. Concentración de fenoles totales en mermeladas de tuna. Los datos se expresan como la media ± DE. Letras diferentes sobre las barras indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey.

En cuanto a la concentración de taninos condensados, los resultados del efecto de pectina utilizada en la elaboración de mermeladas se muestran en la Figura 2. Se puede observar que nuevamente la variedad Rojo Dalia presentó la mayor concentración de polifenoles, ya que la cuantificación de taninos condensados es superior en la mermelada elaborada con 1% de pectina, contrario a lo observado para la variedad Amarillo Olorosa, ya que con el mismo porcentaje de pectina se obtuvo la menor concentración de estos compuestos con una disminución del 47%.

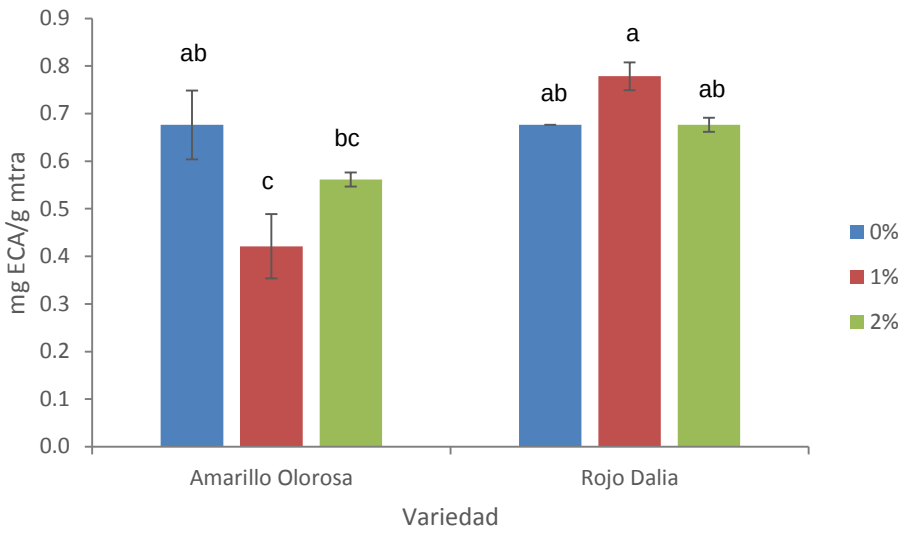


Figura 2. Concentración de taninos condensados en mermeladas de tuna. Los datos se expresan como la media ± DE. Letras diferentes sobre las barras indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey.

Se ha reportado que la alta aceptación de las mermeladas está asociada con su luminosidad, en este sentido, la cuantificación de compuestos cómo el ácido elágico, quercetina, catequina y epicatequina pudiera ser positiva, ya que indican la depolimerización de los taninos condensados e hidrolizables, lo que está relacionado con esa preferente luminosidad (Oliveira *et al*., 2015).

Por otro lado, Según Aquino *et al*. (2012) y Ramírez *et al*. (2015) la coloración del fruto está determinada por la presencia de pigmentos. Los pigmentos, principalmente betalaínas, se encuentran en la pulpa y en la cáscara del fruto en algunas especies y variedades de *Opuntia*, en su mayoría como betacianinas (responsables del color rojo-púrpura) y betaxantinas (responsables del color amarillo-anaranjado). Adicionalmente, algunos autores han mencionado que las antocianinas tienen un papel muy importante en la calidad del color de muchas frutas frescas y procesadas (Kopjar *et al*., 2009; Oliveira *et al.*, 2015). Bajo el contexto anterior, la Figura 3 muestra la concentración de antocianinas obtenida de las diferentes mermeladas elaboradas. En general, con la utilización de la variedad Rojo Dalia se obtuvo la máxima concentración de antocianinas, sin embargo, al utilizar 1% de pectina en su formulación se cuantificó el valor superior de estos compuestos (22.8 mg EC3G/g). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Poiana *et al*. (2012), quienes reportaron la mayor concentración de antocianinas cuando se utilizó 1% de pectina comparando con rangos que van 0.3-1%; los autores atribuyeron esta

tendencia a la estabilización de estos compuestos debido al efecto que tiene la pectina en base a una interacción electrostática entre el catión flavinium de las antocianinas y los grupos carboxil disociados de la pectina, lo que previene que las antocianinas sean atacadas por el agua contenida en las mermeladas.

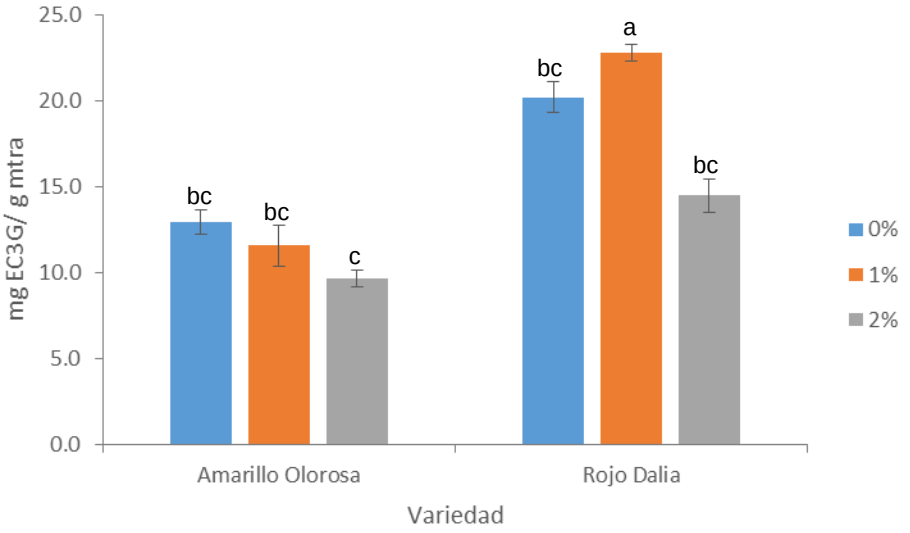


Figura 3. Concentración de antocianinas en mermeladas de tuna. Los datos se expresan como la media ± DE. Letras diferentes sobre las barras indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey.

CONCLUSIONES

Con este trabajo se puede concluir que la concentración de compuestos fenólicos es en la elaboración de mermeladas es dependiente de la variedad de tuna empleada y la concentración de la pectina utilizada en su formulación. La variedad Rojo Dalia fue principalmente predominante en cuanto al contenido de antocianinas, lo que está relacionado con la coloración del fruto, ya que estos compuestos predominan en tejidos de coloración roja y morada.

BIBLIOGRAFIA

Abdel-Aal SM, Hucl P. 1999. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheat. Cereal Chemestry. 76:350-354.

Aquino N., Chavarría Y., Chávez J. L., Guzmán R., Silva E., Verdalet I. 2012. Caracterización fisicoquímica de siete variedades de tuna (*Opuntia* spp.) Color rojo-violeta y estabilidad del pigmento de las dos variedades con mayor concentración. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. 55: 3-10.

Deshpande SS, Cheryan M. 1985. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. Journal of Food Science. 50: 905-910.

Figueroa I., Martínez M., Rodríguez E., Colinas M., Valle S., Ramírez S., Gallegos C. 2010. Contenido de pigmentos, otros compuestos y capacidad antioxidante en 12 cultivares de tuna (opuntia spp.) de México. Fitociencia. 41: 763-771.

Kopjar M., Pilizota V., Tiban N., Saubaric D., Babic J., Ackar D., Sajdl M. 2009. Strawberry jams: Influence of different pectins on color and textural properties. Czech Journal of Food Sciences. 27:20-28.

Liu M, Qi Li X, Weber C, Yong LC, Brown J, Hai LR. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51: 2926-2930.

López M., Mercado J., Martínez G., Magaña José L., 2011. Formulación de una mermelada a partir de pulpa y cáscara de tunas (Opuntia spp.). Departamento de Alimentos. Universidad de Guanajuato. Vol 21. 1-6.

Ochoa Velazco C.E., Guerrero Beltrán J.A. 2010. La tuna: una perspectiva de su producción, propiedades y métodos de conservación. Departamento de ingeniería química, alimentos y ambiental. 4-1: 49-63.

Oliveira L., Moretti C., Chiarello M., Melo L. 2015. Influence of strawberry jam color and phenolic compounds on acceptance during storage. Rev. Ceres, Viçosa. 62: 233-240.

Poiana M., Alexa E., Mateescu C. 2012. Tracking antioxidant properties and color changes in low-sugar bilberry jam as effect of processing, storage and pectin concentration. Chemistry Central Journal. 6:4. 2-7.

Ramírez M., García M., Corrales J., Ybarra C., Castillo González A. 2015. Compuestos antioxidantes en variedades pigmentadas de tuna (*Opuntia sp*.). Revista Fitotecnia Mexicana. 38: 349- 357.

Singleton VL, Orthofer R, Lamuela RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods enzymol. 299: 152-178.

Sumaya M., Suárez T., Cruz N., Alanís E., Sampedro J. 2010. Innovación de productos de alto valor agregado a partir de la tuna Mexicana.Revista Mexicana de agronegocios. Vol 27. 435-441.

Xu BJ, Chang SKC. 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. Journal of Food Science. 2: 159-166.

RENDIMIENTO DE FORRAJE DE MAÍZ (*Zea mays L.)* Y TRITICALE (*X Triticosecale Wittmack*), BAJO AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN, EN AGUASCALIENTES

Dolores Briones-Reyes[1]*

[1]INIFAP CE Pabellón, km. 32.5 carr. Ags.-Zac., Pabellón de Arteaga, Ags. CP 20660 E-mail: briones.dolores@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El maíz, en México, es el cultivo de mayor importancia económica y social, tanto por el área cultivada (ocho millones de hectáreas), como por su uso para alimentación humana, productos derivados, agroindustria y también por la creciente demanda de forrajes para el ganado bovino.

En Aguascalientes, en 2014 se sembraron 14,604 ha con maíz y 2,262 ha de triticale, bajo riego para la producción de forraje, con rendimientos promedio de 62.41 y 30.93 t ha^{-1} respectivamente (SIAP, 2016). La mayoría de la producción se obtiene bajo el sistema de labranza tradicional, que implica trabajar el suelo en toda su superficie con arados y rastras en pasadas independientes, que pueden perjudicar al suelo, además de aumentar los costos de producción cuando se usa con exceso (Ordaz, *et al*., 2000).

Al respecto, se estima que en México casi el 64% de los suelos están degradados por la sobreexplotación de la tierra y el agua (SEMARNAT, 2004). La degradación del suelo provoca alteraciones en el nivel de fertilidad del suelo y consecuentemente en su capacidad de sostener una agricultura productiva. Según Bertoni y Lombardi Neto (1985) las tierras agrícolas se vuelven gradualmente menos productivas por cuatro razones principales: 1) degradación de la estructura del suelo; 2) disminución de la materia orgánica; 3) pérdida del suelo; y 4) pérdida de nutrientes, efectos producidos básicamente por el uso y manejo inadecuado del suelo (FAO, 1993).

Por otro lado, la Agricultura de Conservación (AC) comprende un conjunto de prácticas de manejo de suelo, que lo protegen de su erosión y degradación, mejoran su calidad y biodiversidad, manteniendo los niveles de producción de las tierras. A través de la colaboración con el programa MasAgro (CIMMYT), en Aguascalientes se desarrollan y validan sistemas de manejo sustentable con base en agricultura de conservación para sistemas de maíz forrajero, por lo que, el objetivo del presente fue determinar la respuesta en rendimiento de forraje para maíz y triticale, bajo distintos tratamientos de labranza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El lote experimental, está ubicado en el Campo Experimental Pabellón del INIFAP, localizado 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, región semiárida del Norte-Centro de México, con clima seco templado.

En el ciclo otoño-invierno 2014-2015, se estableció una mezcla de triticale + ebo; y en primavera-verano del 2015 se sembró maíz (H-327), con cinco tratamientos de labranza y manejo de residuos (Cuadro 1), en dos repeticiones. El manejo del cultivo, se realizó de acuerdo con el paquete tecnológico de INIFAP para maíz forraje, con una fertilización total de (250-100-00) y de (120-50-00) para triticale, se aplicó riego conforme a las necesidades del cultivo, y el control de plagas se realizó mediante la aplicación de insecticidas específicos para gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), y colocación de trampas con feromonas para el adulto de esta plaga.

Cuadro 1.- Tratamientos establecidos en Aguascalientes 2014-2015.

TRAT	ROTACIÓN DE CULTIVO	PRACTICA DE LABRANZA	MANEJO DE RESIDUOS	ABREVIACIÓN
1	**Maíz (PV)** Triticale + Ebo (OI)	**Labranza mínima** (rastreo y surcado)	**Cero de maíz (PV)** 10 cm de Triticale +Ebo (OI)	**LM+0M**
2	**Maíz (PV)** Triticale + Ebo (OI)	**Labranza mínima**	**30% de maíz (PV)** 10 cm de Triticale +Ebo (OI)	**LM+30M**
3	**Maíz (PV)** Triticale + Ebo (OI)	**Cero labranza** (siembra directa)	**Cero de maíz (PV)** 10 cm de Triticale +Ebo (OI)	**CL+0M**
4	**Maíz (PV)** Triticale + Ebo (OI)	**Labranza convencional** (subsuelo, volteo, rastreo, surcado)	**Sin residuo (PV)** 10 cm de Triticale +Ebo (OI)	**LC-R**
5	**Maíz (PV)** Triticale + Ebo (OI)	**Cero labranza**	**30% de maíz (PV)** 10 cm de Triticale + Ebo (OI)	**CL+30M**

La cosecha de forraje, se realizó en etapa de grano lechoso para triticale, y para maíz 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 zig zag, la unidad experimental fue de 2 m^2 para triticale y de 2 surcos de 5 m de longitud para maíz, en los que se cosechó y pesó en fresco el total de plantas. Posteriormente, de una submuestra se determinó el porcentaje de materia seca en una estufa 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).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de forraje verde de triticale + ebo, varió de 37.7 t/ha en el tratamiento CL+30M a 49.6 t/ha en LM+30M y de 6.3 t/ha de materia seca en CL+30M a 7.8 t/ha en LM+0M, con diferencias significativas entre tratamientos; los sistemas de labranza mínima y de labranza cero son muy similares ya que la tierra no se labra o se labra muy poco antes de la siembra; no obstante para la siembra directa o labranza cero, se requiere de maquinaria diferente, y el manejo de malezas también cambia, el manejo de residuo de maíz entre tratamientos es un componente importante, juntos contribuyen a la expresión del rendimiento.

En el caso de maíz, el rendimiento de forraje verde y MS, no mostro diferencias significativas entre tratamientos, la densidad de plantas por hectárea en cada uno de los tratamientos fue estadísticamente igual, con un promedio de 75,099 plantas/ha al momento de la cosecha, la producción promedio de forraje verde fue de 59.5 t/ha y de 19.1 t/ha de MS (Cuadro 2, Figura 1).

Lo anterior puede estar relacionado a la estabilidad del híbrido, además de que bajo condiciones de riego no es común encontrar diferencias en rendimiento entre tratamientos de AC, Pla Sentís, (2014) indica que bajo riego, es más frecuente el desarrollo de suelos afectados por sales. Por tanto, en sistemas bajo condiciones de temporal con estrés hídrico, se evidencian de mejor manera los efectos positivos de la AC sobre el rendimiento.

El rendimiento obtenido bajo estos sistemas de labranza, está dentro de valor reportado en 2014 (62 t/ha) de maíz forraje bajo riego en Aguascalientes (SIAP, 2016), lo cual aunado a la reducción de costos por efecto de la disminución de algunas operaciones agrícolas, favorece la rentabilidad del cultivo, al mismo tiempo que se promueve la conservación del suelo.

Cuadro 2.- Rendimientos de forraje y materia seca obtenidos en Aguascalientes 2015.

Tratamiento	Triticale + Ebo (O-I 2014)			Maíz (P-V 2015)				
	APL (m)	RFV (t/ha)	MS (t/ha)	APL (m)	AMZ (m)	PL/ha	RFV (t/ha)	MS (t/ha)
LM+0M	1.2 a	48.5 a	7.8 a	3.0 a	1.4 a	76,480 a	61.0 a	19.5 a
LM+30M	1.2 a	49.6 a	7.2 ab	3.1 a	1.4 a	78,454 a	59.9 a	19.6 a
CL+0M	1.1 a	44.1 ab	7.1 ab	3.0 a	1.4 a	76,316 a	61.8 a	19.0 a
LC-R	1.2 a	40.4 ab	6.4 b	3.0 a	1.4 a	73,191 a	58.3 a	19.1 a
CL+30M	1.0 a	37.7 b	6.3 b	2.9 a	1.3 a	71,053 a	56.6 a	18.3 a
Promedio	**1.1**	**44.0**	**7.0**	**3.0**	**1.4**	**75,099**	**59.5**	**19.1**

PL: Número de plantas, APL: Altura de planta, AMZ: altura de mazorca, RFV: rendimiento forraje verde y MS: rendimiento de materia seca. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales.

No obstante, Baker *et al*. (2008), indican que la compactación que se forma después de muchos años de labranza convencional reiterada no será corregida en un breve plazo por un simple cambio a la labranza cero. Es decir, se requiere de varios ciclos, donde el rastrojo-residuo tiene una función importante para mejorar la calidad del suelo. Adicionalmente, Velázquez *et al*. (2002) indican que la adecuada descomposición depende de la cantidad de microorganismos, temperatura, cantidad de residuo inicial, entre otros.

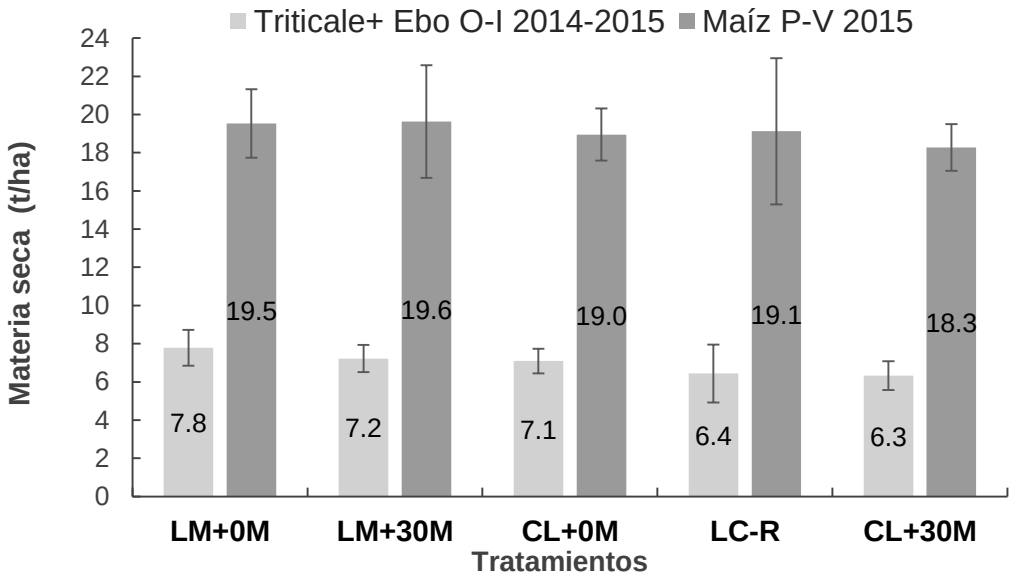


Figura 1. Rendimiento obtenido en la Plataforma Aguascalientes 2014-2015.

CONCLUSIONES

La labranza mínima es una opción viable de producción al proporcionar un rendimiento aceptable, además de la reducción de costos de producción en comparación con la labranza convencional.

BIBLIOGRAFIA

Baker, .2008. Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación. FAO. Roma. IT. 391 p.

Bertoni, J. y Lombardi Neto, F. 1985. Conservaçao do solo. Piracicaba, Livroceres, 392 p.

FAO, 1993. Erosión de suelos en América Latina. Consultado octubre -2015. Disponible en: http://www.fao.org

Ordaz C, V. M., Figueroa S. B., Navarro B. A., González C. F. V. 2000. Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y fríjol. Terra Latinoamericana, 18(1) 61-69.

Pla Sentís I. 2014. Problemas de degradación de suelos en el mundo: causas y consecuencias. In Memoria: X Congreso Ecuatoriano del Suelo. Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo. 13 p.

SAS (System Analysis Statistical). 2002. Versión 9.0 SAS Institute Inc., Cary. NC. USA.

SEMARNAT. 2004. GEO México, Perspectivas del Medio Ambiente. Edit. INE, México.

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.

Velázquez G. J de J., Salinas G. JR., Potter K.N. Gallardo V.M., Caballero H.F y Días M.P. 2002. Cantidad, cobertura y descomposición de residuos de maíz sobre el suelo. Terra 20(2):171-182.

COMPLEJO DE 20 AMINOACIDOS EN PLANTAS DE PERRITO (*Antirrhinum majus* L.) CULTIVADAS EN SUELOS REGADOS CON AGUA RESIDUAL SIN TRATAR

Fabiola Aureoles-Rodríguez[1], Juan José Galván-Luna, Víctor Manuel Reyes-Salas, Marco Antonio Bustamante-García

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila. E-mail: fabyaureoles@yahoo.com.mx.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los principales países donde se riegan predios con agua residual sin tratar para la producción ágrícola, lo que ocasiona algún grado de salinización en el suelo que afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas llegando a causar inclusive su inhabilitación para fines productivos (Ajhuacho y Tanaka, 2003; Veliz *et al*., 2009; Sánchez-Hernández, 2013). Además, este tipo de suelos resultan un riesgo para la salud y el medio ambiente porque acumula compuestos organicos e inorgánicos toxicos como patógenos y metales pesados.

Si bien el uso de suelos en estas condiciones conlleva algunos problemás, también es útil en la produción de cultivos como follajes, hortalizas, frutales y plantas de ornato si se proporciona un manejo adecuado (CONAGUA, 2010). Esto se debe, a que de igual forma, los suelos han acumulado nutrientes que pueden ser aprovechados por la planta, contribuyendo así a incrementar la producción agrícola y reducir los requerimientos de fertilizantes comerciales (CONAGUA, 2010).

En agricultura el uso de bioactivadores del crecimiento como los aminoácidos es una estrategia que se ha utilizado para aminorar el daño que sufren las plantas al ser cultivadas bajo condiciones de estrés por sequía, heladas, microorganismos o salinidad y ha permitido incrementar el rendimiento y la calidad de los cultivos (Moraditochaee *et. al.,* 2012). Eso se debe a que si bien las plantas tienen la capacidad de sintetizar todos los aminoácidos que requieren, el proceso bioquímico es muy complejo y desgastante para la planta, y al recibir aplicaciones de aminoácidos libres por la raíz o el follaje la planta ahorra energía, misma que utiliza para obtener un mejor crecimiento y desarrollo especialmente durante etapas críticas. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la aplicación de un complejo de 20 aminoácidos en plantas de perrito enano cultivadas en suelos regados con agua residual sin tratar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en uno de los invernaderos de la UAAAN que presento un diseño tipo túnel y equipado con pared húmeda y extractores de activación automática. Para ello se sembraron semillas de flor de perritos para uso como planta en maceta en una charola de

poliestireno, donde se utilizó como medio de cultivo una mezcla de peat moss, perlita y vermiculita. Posteriormente se realizó el trasplante a macetas de 6" las cuales se llenaron con suelo obtenido de un predio ubicado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coah., el cual es inundado frecuentemente con aguas residuales no tratadas. Los tratamientos se conformaron con 1, 2 o 3 aplicaciones foliares de 1 cc·L por aplicación de aminoácidos más un coadyuvante (1 cc·L) antes de la floración o al momento de esta. Los aminoácidos empleados fueron un complejo constituido por los 20 aminoácidos esenciales de las plantas, proteínas bioasimilables, vitaminas y polisacáridos que se integraron para estimular las funciones fisiológicas y bioquímicas en los cultivos.

Las variables evaluadas fueron: número y longitud de la inflorescencias, diámetro de tallo, altura de planta, grado de madurez de la inflorescencias, número de hojas y número de ramas y las evaluaciones se realizaron a los 123 días después del transplante (DDT) que fue el momento donde todas las plantas se encontraron en floración.

El diseño experimental fue un completamente al azar con seis tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento. Los análisis estadísticos fue un ANVA ($P \geq 0.05$) y una comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$) que se realizaron con el paquete estadistico SAS v9 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observo diferencia estadística significativa en los análisis realizados ($P \geq 0.05$) para las variables número de ramas, número de hojas, número de inflorescencias y longitud de inflorescencias. Así mismo, se observaron diferencias de interés en la variable grado de madurez de la inflorescencia.

En las plantas cultivadas en maceta el número de ramas es importante porque permite tener un mayor número de flores y una mejor apariencia estética. Se observó en el experimento que a los 123 días después de realizado el trasplante (DDT) que las plantas que recibieron la aplicación de 1 cc·L de aminoácidos antes de la floración y una al momento de la misma presentaron un mayor número de ramas con alrededor de 18.6, a diferencia del testigo el cual alcanzo 17 ramas en todo su ciclo (Cuadro 1).

Así mismo, en las plantas es importante contar con un bien número de hojas ya que estas son las que realizan la función de fotosíntesis y en consecuencia una mayor producción de azúcares y biomasa. En este experimento las plantas de perritos que presentaron un hojas de más de 1 cm de diámetro fueron las plantas testigo y las que recibieron una sola aplicación de 1 cc·L de

aminoácidos antes de la floración (T2) llegando a formar poco más de 50 hojas en promedio (Cuadro 1).

En las plantas en maceta a mayor número y longitud de flores o inflorescencias mejor apariencia y aceptación tiene una planta en el mercado. En este experimento se observó a los 123 DDT que la aplicación de aminoácidos en las plantas de perrito no mejoró el número de inflorescencias comparado con el testigo que presento 5.6 inflorescencias en promedio (Cuadro 1). Sin embargo, la aplicación de aminoácidos afecto la longitud de las inflorescencias. El tratamieno donde se aplicó 1 cc·L de aminoácidos antes de la floración (T2) proporcionó inflorescencias de 8.04 cm de longitud que representó un incremento de 2.6 cm (48%) en comparación con el testigo el cual alcanzó solo 5.4 cm en la longitud (Cuadro 1).

Los aminoácidos en las plantas de alguna forma pudieron haber influido de dos maneras por una parte acelerando la vida útil de las inflorescencias y por otra afectando la formación de las mismas. Datos contrarios reportó Muñoz (2011) en plantas de perrito ya que con la aplicación de Azobacter para incrementar el contenido de nitrógeno en las plantas afectó significativamente la producción de flor.

Cuadro 1. Valores medios de las variables número de ramas, número de hojas, número de inflorescencias y longuitid de inflorescencia en plantas de perrito cultivadas en suelos regados con aguas residuales sin tratar que recibieron un tratamiento con aminoácidos.

No. de tratamiento	Descripción de tratamientos		Variable			
	Frecuencia de aplicación	Etapa fenológica	Número de ramas	Número de hojas	Número de Inflorescencia	Lóngitud de inflorescencia (cm)
1 (Testigo)	0	----------	17.0 ab*	57.1 a	5.4 ab	5.6 a
2	1	Antes de floración	17.9 ab	53.9 a	8.04 a	4.55 ab
3	2	Antes de floración	15.9 ab	36.2 ab	4.41 b	3.65 b
4	3	Antes de floración	14.3 b	43.6 ab	5.78	5.15 a
5	2	Antes de floración y al momento de floración	18.6 a	47.1 ab	6.19 ab	4.3 ab
6	3	Dos antes de floración y una al momento de floración	16.6 ab	19.8 b	6.7 ab	4.05 ab
CV. (%)			21	23	36	41

*Medías con la misma letra entre columnas son iguales estadisticamente de acuerdo a la prueba de Tukey (P≥0.05).

El grado de madurez de la inflorescencia es útil para el productor debido a que marcará el momento de venta más apropiado para el mercado. La madurez implica la necesidad de aplicar

técnicas para medirla, y para ello se utilizan los índices de calidad. Estos son importantes para la regulación del comercio, la estrategia de comercialización y el uso eficiente de la mano de obra y recursos.

Al construir la gráfica se observó que las plantas que recibieron una aplicación de aminoácidos antes de la floración (T2) fueron las que mostraron un estado de planta adecuado para los compradores ya que hubo 30% de inflorescencias en estado inmaduro, 30% en estado intermedio, 40% en floración completa y ninguna senescente. Mientras que las plantas testigo, presentaron 20% de inflorescencias en estado inmaduro, 20% en estado intermedio, 40% en floración completa y 20% en senescencia lo que de alguna manera no es apropiado para el productor ni para el comprador ya que disfrutará menos tiempo su planta en maceta. El tratamiento donde se realizaron dos aplicaciones de aminoácidos una antes de la floración (T6) y una en la floración, únicamente presentó flores inmaduras por lo que se consideró el peor tratamiento (Figura 1).

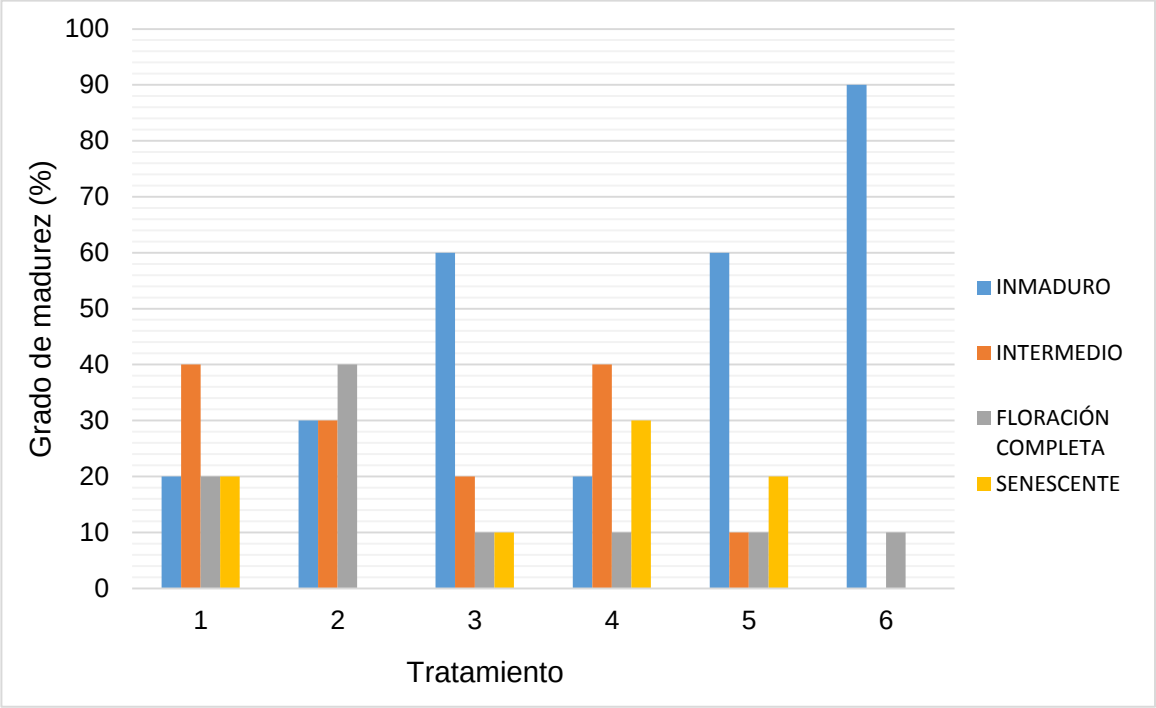


Figura 1. Comportamiento de la variable grado de madurez de la planta obtenido en el experimento. T1: sin aplicación (testigo), T2: 1 aplicación antes de floración, T3: 2 aplicaciones antes de floración, T4: 3 aplicaciones antes de floración, T5: 1 aplicación antes de floración y una al momento de floración, T6: 2 aplicaciones antes de floración y una al momento de floración.

Resultados similares encontraron Moraditochaee *et. al.* (2012) en *Vigna unguiculata* L. al incrementar el número de vainas, peso de la planta y número de semillas cuando se realizaron aplicaciones nitrogenadas con urea y aspersiones foliares de aminoácidos a razón de 2 g·L.

Si bien se observó en este experimento que las plantas sin tratamiento con aminoácidos (testigo) presentaron resultados aceptables en algunas de las variables, posiblemente esto ocurrió debido a que como el cultivo se estableció en suelos regados con aguas residuales de origen urbano, éste presentó acumulación de sustancias que sirvieron de nutrientes para la planta, tal como fue reportado por CONAGUA (2010). Se observó que la aplicación de aminoácidos antes de la floración benefició a las plantas cultivadas en maceta, esto quizas debido a que participar en numerosas funciones en el metabolismo de la planta, tienen una interacción con su nutrición, aumentando la eficiencia en la absorción, el transporte y la asimilación de los nutrientes. Especialmente si la planta sufrió algun estrés (Moraditochaee *et. al.*, 2012).

CONCLUSIONES

La aplicación de complejo con 20 aminoácidos en plantas de perrito cultivado en suelos regados con aguas residuales sin tratar afecto las variables número de ramas, número de hojas, número de inflorescencias, longitud de inflorescencias y el grado de madurez de las inflorescencias. El tratamiento que mostró los mejores resultados, fue aquel donde se realizó una sola aplicación de 1 cc·L de aminoácidos antes de la floración ya que proporcionó 18.6 ramas, 57 hojas, 8 inflorescencias de 5 cm en promedio, lo que resulta aceptable para las plantas en maceta. Así mismo, presento 30% de inflorescencias en estado inmaduro, 30% en estado intermedio, 40% en floración completa y ninguna inflorescencia senescente lo cual resultó estéticamente más adecuado para un productor y comprador.

BIBLIOGRAFIA

Ajhuacho E. y Tanaka S. 2003. Recuperación y disminución de la salinidad del suelo. In: artículos de investigación. Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia. Núm. 2 Santa Cruz Bolivia. Pp. 31-36.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010. Manual para el manejo de zonas de riego con aguas residuales. México. 80 p.

Sánchez-Hernández M. A., Hernández-Acosta E. y Cristóbal-Acevedo, D. 2013. Caracterización de suelos regados con aguas residuales para establecer un sistema agroforestal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4(5): 881-817.

Veliz L. E., Llanes J. G. O., Asela F. L. y Bataller V. M. 2009. Reúso de aguasdomésticas para riego agrícola. Valoración crítica. Revista CENIC Ciencias Biológicas. 40(1):35-44.

Moraditochaee M., Bidarigh S., Azarpour E., Khosravi D. R. and Reza B. H. 2012. Effects of nitrogen fertilizer management and foliar spraying with amino acid on yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Intl J Agri Crop Sci. 4 (20):1489-1491.

RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL PASTO MARALFALFA (*Pennisetum spp*) A DIFERENTES EDADES DE REBROTE EN EL VALLE DEL GUADIANA.

Maldonado Quiñones Heriberto de Jesús*, Calderón Barraza Gilberto, Carrete Carreón Francisco Oscar, Reyes Estrada Osvaldo, Murillo Ortiz Manuel.

Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UJED. km 11.5 Carretera Durango-El Mezquital. Durango, Dgo. México. C. P. 34170. *billy_hekid@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

La cría extensiva de ganado bovino constituye uno de los más importantes sistemas de producción animal en el estado de Durango. Uno de los mayores problemas para la alimentación de rumiantes localizados en agostaderos, es la disminución de la disponibilidad de forraje durante el periodo de estiaje (Gutiérrez *et al*., 2012). Por lo que la producción de forrajes con especies cultivadas es un complemento necesario para la producción bovina (Jiménez *et al*., 2013).

La maralfalfa es una especie vegetal del género *Pennisetum* con potencial forrajero para rumiantes (Clavero y Razz, 2009), que fue introducida en México y se ofrece actualmente como una alternativa viable para cubrir la necesidad de forraje. Sin embargo, en México y particularmente en el estado de Durango, existe información científica limitada que respalde su productividad y calidad nutricional asociadas a las prácticas de corte.

El entendimiento de la naturaleza del proceso de crecimiento es pieza clave para conocer el potencial y las limitaciones de las plantas forrajeras en cualquier situación de manejo (Pérez *et al*., 2004). Entre más corto y con alta producción de biomasa total sea el ciclo del cultivo, más cortes se pueden realizar en un año (Pérez *et al.*, 2015). Ventura *et al.* (2015), reportan que la producción de biomasa de maralfalfa se correlaciona de manera positiva con el incremento en la edad del rebrote; sin embargo, el contenido de proteína cruda y cenizas disminuye con ésta, lo cual afecta su valor nutritivo. De acuerdo a Beltrán *et al*. (2005) es importante comprender el efecto de la frecuencia e intensidad de defoliación en el rendimiento, composición química y persistencia de las pasturas en aras de lograr una producción pecuaria eficiente. En este sentido, las plantas forrajeras deben contar con mecanismos de adaptación para sobrevivir al efecto de cosechas frecuentes y severas. Así mismo, conocer la distribución estacional del rendimiento de un pasto ante diferentes regímenes de cosecha, constituye una estrategia para definir el manejo óptimo del cultivo.

Con base en lo anterior se puede afirmar que desde el punto de vista del manejo de las especies forrajeras, resulta importante conocer determinados aspectos tales como su morfología, fisiología y estado de la planta al momento del corte o defoliación. La condición morfológica de la planta al corte define la cantidad y calidad de forraje a obtener y además afecta el rebrote subsiguiente. Es por ello que se decidió estudiar los aspectos morfológicos del pasto maralfalfa a diferentes edades de rebrote así como estimar el rendimiento de materia verde y materia seca para establecer la relación entre estos parámetros.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), localizada en el kilómetro 11.5 de la carretera Durango-El Mezquital, con una ubicación geográfica de 23.95283° N y 104.57503° W a una altitud de 1875 msnm. La parcela experimental cuenta con una superficie de 5,734.04 m^2. El clima predominante en la región es del tipo seco semiárido con régimen de lluvias en verano y variación fuerte de la temperatura [BS_1kw (w) (e)]. Los valores anuales promedio de temperatura son 16°C y precipitación promedio anual de 500 mm (García, 1987; Medina *et al*., 2005). El lote fue sembrado con maralfalfa en 2014 y las evaluaciones se efectuaron cada 30 días a partir del 15 de mayo de 2016. La separación entre surcos oscila entre los 0.6 y 1m de longitud, esto, derivado del manejo al que ha sido sometido el cultivo.

El primer riego del año en curso se efectuó el día 16 de febrero. El día 1 de marzo se fertilizó con urea como fuente de nitrógeno a una dosis de 60-00-00. Posterior a la aplicación del fertilizante se aplicó el riego. El día 16 de marzo se llevó a cabo el corte de homogenización y a continuación se aplicaron dos riegos más, los días 21 de marzo y 6 de abril, esto, para favorecer el rebrote y crecimiento de las plantas. El día 22 de ese mismo mes se aplicó nuevamente fertilizante utilizando la dosis señalada anteriormente, enseguida se aplicó el riego. Los riegos subsecuentes se aplicaron los días 13 y 29 de mayo, 15 de junio y 30 de julio. El control de la maleza se llevó a cabo en forma manual durante la primera quincena de marzo.

Las evaluaciones comenzaron a partir del día 60 después de efectuado el corte de homogenización, esto es, el 15 de mayo, para posteriormente efectuarse a los 90 y 120 días después del corte de homogenización. Se establecieron 18 sitios de muestreo por estadío de crecimiento en transectos de 1 metro lineal. Las plantas se cortaron a una distancia de 5 cm del suelo, para ello se utilizaron rozaderas metálicas. El tipo de muestreo utilizado fue del tipo aleatorio simple. El material cosechado fue pesado utilizando una báscula digital (TORREY L-

EQ SERIES) con capacidad para 5 kg y precisión de 0.001 Kg. Así mismo, se registró la distancia entre surcos para estimar el rendimiento de forraje verde por metro cuadrado y a partir de este dato extrapolar los resultados a una superficie de una hectárea.

De las 18 muestras obtenidas para la estimación del rendimiento de materia verde se tomaron 6 submuestras, las cuales se secaron hasta peso constante en una estufa de aire forzado a 55 °C. El material seco obtenido se trituró a un tamaño de partícula de 1mm en un molino Willey con la finalidad de determinar la humedad y materia seca total de dicho material. Una vez efectuadas estas determinaciones, se calculó el porcentaje de materia seca al momento del corte con objeto de estimar el rendimiento de materia seca. A partir de cada una de las seis submuestras utilizadas para la estimación de materia seca, se tomó una planta, la cual, fue separada en sus componentes: hojas y tallos, y estos a su vez, en nudos y entrenudos (para el caso de los tallos) y láminas y vainas (para el caso de las hojas). Se midió la altura de cada planta y se determinó su peso utilizando una báscula digital con precisión de 0.1 g. con la finalidad de calcular la proporción de cada componente al rendimiento para a partir de esto determinar la relación hoja:tallo y nudo:entrenudo. Para la determinación de la relación hoja: tallo se utilizaron las proporciones de hoja (laminas y vainas) y de tallos (nudos y entrenudos mientras que para la determinación de la relación nudo:entrenudo se utilizaron las proporciones de nudos y entrenudos. Además, se registraron la longitud de los entrenudos así como el diámetro de los nudos y entrenudos. Para la medición de las longitudes se utilizó una cinta métrica metálica (PROTUL) con unidades en milímetros, centímetros y pulgadas. El diámetro de los nudos y entrenudos sé medido con un calibrador vernier digital (TITAN) con un rango de 6 pulgadas (15.24 cm).

Los datos de cada muestreo se analizaron de acuerdo un diseño experimental completamente al azar. Se compararon tres tratamientos correspondientes a igual número de estadios de crecimiento: 60, 90 y 120 días. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca, altura de la planta, relación hoja:tallo, relación nudo:entrenudo, longitud de entrenudos, diámetro de nudos y diámetro de entrenudos. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS versión 9.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayor producción de materia verde se obtuvo al día 120 después del rebrote (81.76 ton/ha), la cual fue significativamente diferente ($p \leq 0.05$; Cuadro 1) a la registrada en las fechas anteriores (60 y 90 días). Para el caso de la materia seca la producción fue numéricamente

diferente para las tres edades del rebrote (4.52, 10.91 y 15.16, respectivamente), sin embargo estadísticamente no existe diferencia entre el corte a los 90 días y los cortes a los 60 y 120 días ($p \leq 0.05$; Cuadro 1). De este modo, los cortes al día 60 y al día 120 son significativamente diferentes registrándose la mayor producción de materia seca a los 120 días (15.16 ton/ha).

Cuadro 1. Efecto de la edad de rebrote sobre el rendimiento y composición morfológica del pasto maralfalfa

Variable	Edad del rebrote (días)				
	60	90	120	Media	EE
Rendimiento de materia verde (ton/ha)	15.73[c]	58.46[b]	81.76[a]	51.98	20.80
Rendimiento de materia seca (ton/ha)	4.52[b]	10.91[ab]	15.16[a]	10.20	4.30
Altura de la planta (cm)	103.00[c]	151.92[b]	192.37[a]	149.01	15.77
Longitud de entrenudos (cm)	1.70[c]	6.45[b]	8.73[a]	5.63	1.50
Diámetro de entrenudos (mm)	3.41[b]	9.85[a]	11.22[a]	8.16	2.65
Diámetro de nudos (mm)	2.46[c]	8.43[b]	13.72[a]	8.20	2.10

[abc] Valores con la misma letra en la misma línea no son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Las variables altura de planta, longitud de nudos y diámetro de entrenudos fueron diferentes significativamente ($p \leq 0.05$; Cuadro 1) para las tres edades de rebrote, registrándose los mayores valores para el día 120 y los menores para el día 60. El diámetro de entrenudos fue igual estadísticamente para los días 90 y 120 mientras que la diferencia fue significativa respecto al día 60 ($p \leq 0.05$; Cuadro 1).

En la figura 1 se ilustra el porcentaje de hojas obtenido para las tres edades de rebrote (60, 90 y 120 días). Se observan diferencias significativas ($p \leq 0.05$; Cuadro 1) para cada edad de

rebrote. La contribución de las hojas al rendimiento fue de 92, 41 y 30 % para los 60, 90 y 120 días respectivamente.

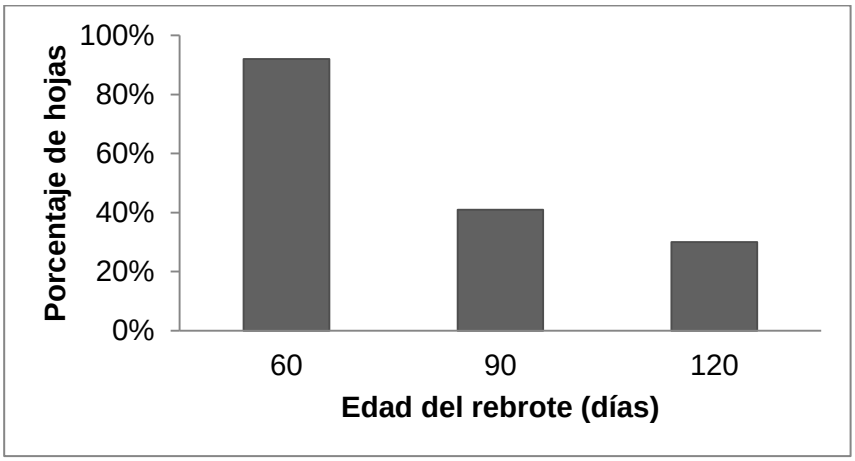


Figura 1. Porcentaje de hoja en maralfalfa a tres edades de rebrote (60, 90 y 120 días).

La figura 2 muestra el porcentaje de nudos para las tres edades de rebrote analizadas (60, 90 y 120 días). Se observan diferencias significativas ($p \leq 0.05$; Cuadro 2) entre las edades de rebrote correspondientes al día 60 y las edades del día 90 y 120. Entre las edades al día 90 y 120 no existe diferencia significativa.

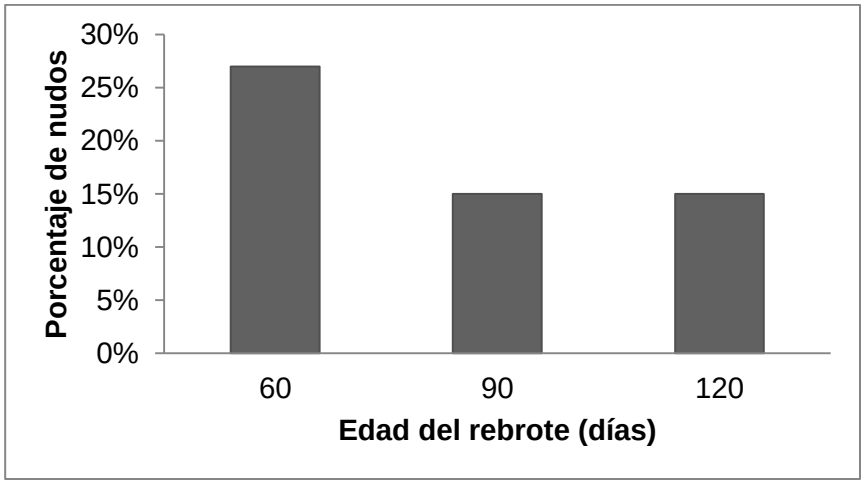


Figura 2. Porcentaje de nudos en maralfalfa a tres edades de rebrote (60, 90 y 120 días).

CONCLUSIONES

La producción de materia verde y la altura de la planta del pasto maralfalfa se relacionan positivamente con el incremento en la edad del rebrote a diferencia de lo que ocurre con la relación hoja:tallo, es decir a medida que aumenta la edad del rebrote la cantidad de hojas aportadas al rendimiento disminuye. Respecto a la relación nudo:entrenudo ésta disminuye entre la primera y segunda fechas de corte y se mantiene constante hasta la tercera fecha de corte. Las variables longitud de entrenudos, diámetro de nudos y diámetro de entrenudos aumentan conforme aumenta la edad del rebrote.

BIBLIOGRAFIA

Beltrán López S, Hernández Garay A, García Moya E, Pérez Pérez J, Kohashi Shibata J, Herrera Haro JG, Quero Carrillo AR, González Muñoz SS. 2005. Efecto de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento y rendimiento del pasto buffel (Cenchrus ciliaris L.) en un invernadero. Agrociencia 39(2):137-147.

Clavero T, Razz R. 2009. Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 26:78-87.

García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5a. ed. México. UNAM. 90p.

Gutierrez Luna R, Rodriguez Tenorio D, Martínez Trejo G, Aguirre Calderón C, Sanchez Gutiérrez RA. 2012. Bancos de proteína para rumiantes en el semiárido mexicano. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Zacatecas, Zac.Folleto Técnico Núm. 47:32p.

.Medina García G, Díaz Padilla G, López Hernández J, Ruíz Corral JA, Marín Silva M. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Durango (Periodo 1961-2003). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Valle del Guadiana. Libro técnico No. 1. 224p.

Pérez Amaro JA, García Moya E, Enríquez Quiroz JF, Quero Carrillo AR, Pérez Pérez J, Hernández Garay A. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto “mulato” (*Brachiaria* híbrido, cv.). Tec. Pecu. Mex.42 (3):447-458.

Pérez Hernández A, Quero Carrillo AR, Escalante Estrada JAS, Rodríguez Gonzáles MT, Garduño Velázquez S, Miranda Jiménez L. 2015. Fenología y análisis de crecimiento en cultivares de sorgo forrajero en el Altiplano Central de México. VI Congreso Internacional de Manejo de Pastizales: 204-210.

Statistical Analyses System (SAS). 2003. SAS User´s Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.

Ventura Ríos J, Honorato Salazar JA, Barrera Martínez I, Hernández Garay A, Quero Carrillo AR, Calzada Marín JM, Enríquez Quiroz JF. 2015. Rendimiento de biomasa y valor nutricional del pasto maralfalfa (*Pennnisetum glaucum x pennisetum purpureum*), a tres frecuencias de corte. VI Congreso Internacional de Manejo de Pastizales:348-352.

CRECIMIENTO DE MAÍZ CRIOLLO DE TEMPORAL EN RESPUESTA A PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN EL NORESTE DE MÉXICO

Bueno Hurtado Palmira[1]* Durán Guerra Omar[2] Sánchez Cohen Ignacio[1] Jacobo Salcedo María del Rosario[1] Constante García Vicenta[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera
[2]Asistente de investigación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera
[3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Saltillo.
*Autor por correspondencia. bueno.palmira@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El maíz en México tiene importancia socioeconómica y cultural, además de que es la base para la domesticación de otros cultivos (Mera, 2009). Las condiciones para el desarrollo del cultivo del Maíz varían a lo largo de todo el continente americano, difieren en altitud desde los cero metros hasta cerca de los 4,000 (Roberts *et al*., 1957; Ortega-Paczka *et al*., 2003), su extensión geográfica va desde el ecuador hasta altas latitudes en los dos hemisferios, se siembra en regiones con precipitación pluvial desde menos de 400 mm hasta los 3,000 mm anuales, en suelos y climas muy variables. La mejor producción se logra en lugares en donde las temperaturas medias en los meses calurosos varían entre 21 y 27°C, con un período libre de heladas en el ciclo agrícola variable de 120 a 180 días (Reyes, 1990). Su fácil adaptación a variadas condiciones ambientales abre la pauta para el despliegue de una amplia gama de prácticas que han sido experimentadas y enriquecidas por milenios (Olivo *et al*., 2001).

En la actualidad el maíz cubre más de la mitad de la superficie cultivada del país, de la cual, sólo el 14% se realiza bajo riego, en las áreas de mejores tierras, alta utilización de insumos industriales, altos rendimientos y destino comercial, el resto, 86% corresponde a áreas de temporal, fundamentalmente a cargo de pequeños agricultores campesinos, que cultivan sobre todo para el autoconsumo, en sistemas donde se combinan técnicas prehispánicas, coloniales y modernas, aplicando algunos insumos industriales (Olivo *et al*., 2001).

Las prácticas agrícolas para el desarrollo del maíz son variadas, según el contexto social, económico y ambiental (Turiján *et al*., 2012). En cuanto al manejo, existen distintos enfoques, por ejemplo, la preparación del suelo antes de sembrar (uso de maquinaria o tracción animal), monocultivo, siembras intercaladas o incorporación de residuos al suelo provenientes de cosechas de años anteriores. Dentro de la diversidad de estas prácticas se han originado las llamadas labranzas de conservación. La labranza de conservación, es un sistema de laboreo que realiza la siembra sobre una superficie del suelo cubierta con residuos del cultivo anterior,

con lo cual se conserva la humedad y ser reduce la pérdida de suelo causada por la lluvia y el viento en suelos agrícolas con riesgo de erosión. Se afirma que la práctica anterior incrementa la productividad del suelo y aumenta el rendimiento de los cultivos (Navarro, 2007).

Así pues, nuestro equipo de trabajo se dio a la tarea de evaluar el crecimiento de maíz criollo de temporal, mediante el establecimiento de tratamientos de conservación del suelo en un sitio con pendiente del 4%, pues como bien aseveró Clavijo (1989), para conocer la influencia de distintos factores sobre crecimiento es necesario realizar una aproximación cuantitativa y realizarla a intervalos de tiempo usando un gran número de plantas (Castellanos *et al*., 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció una parcela experimental con maíz criollo de temporal en la localidad de Santo Domingo, la cual se ubica en el municipio de San Pedro del Gallo y parte del municipio de Hidalgo, ambos en el estado de Durango (Figura 1). La siembra se realizó los días 11 y 12 de septiembre y se tuvo la necesidad de resembrar el 26 de septiembre del año 2015 para ajustar densidad.

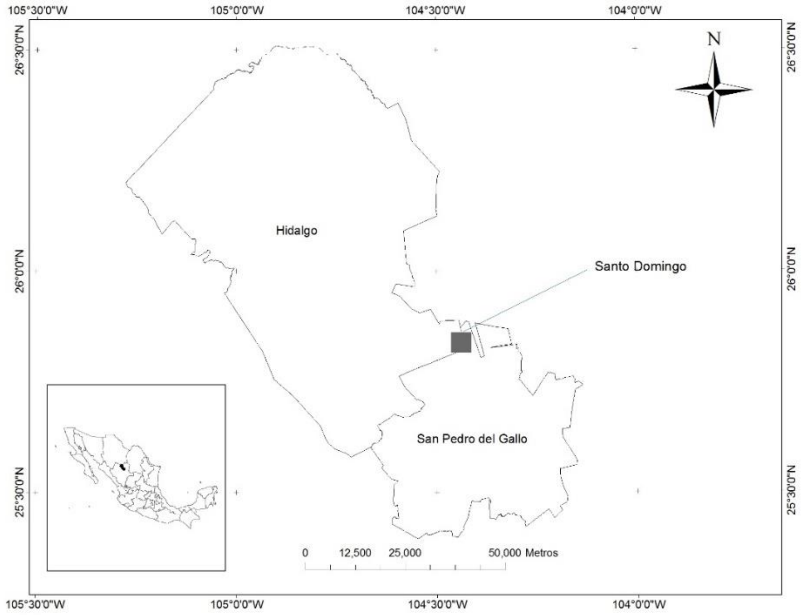


Figura 1. Ubicación de la localidad de Santo Domingo.

Se tomaron medidas periódicas de diámetro del tallo y altura de la planta, como variables de respuesta a los tratamientos siguientes T2= Labranza tradicional con residuos, que consistió en barbecho, paso de rastra y surcado además de la incorporación de residuos de cosecha de frijol; T3= Labranza tradicional, en el que solo se realizó barbecho, paso de rastra y surcado ;

T4= Labranza con siembra a espeque, que implicó no realizar ningún movimiento del suelo, a excepción de la ejecución de un hueco para el depósito de la semilla con una vara de madera. Dichos tratamientos fueron distribuidos en el campo de acuerdo a un diseño experimental de Bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las dimensiones de la parcela completa fueron de 12 m de ancho por 20 m de largo, así mismo, cada unidad experimental constó de 3 m de ancho por 5 m de largo, se sembraron dos plantas por mata a una distancia entre plantas de 0.49 m y distancia entre surcos de 0.6 m, lo que originó una densidad de población de 68,027 plantas por hectárea.

Los análisis estadísticos realizados fueron Análisis de Varianza al 95% de probabilidad para cada una de las fechas de toma de medidas, así como la prueba de Tukey (α=0.05), para distinguir las medias de los tratamientos con efecto distinto sobre las variables de respuesta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Análisis de Varianza al 95% de probabilidad para cada una de las fechas de toma de medidas, indicaron que no existió un efecto de los tratamientos de labranza sobre la altura de la planta, en las fechas de 12 de octubre al 15 de noviembre del año 2015, sin embargo el ANVA si mostró efecto distinto para la primera fecha de toma de datos que fue el 2 de octubre. Posterior a este resultado, se procedió a realizar una prueba de Tukey (α=0.05), con el cual se detectó que el tratamiento número 2 (labranza tradicional con residuos) fue el originó una mayor altura en la planta de maíz. En la Figura 2 se muestra como la mayor altura obtenida el 2 de octubre fue de 9.95 cm y la menor para ese mismo día fue de 2.36 cm, en los tratamientos 2 y 4, respectivamente.

Respecto a diámetro del tallo, no se observó un efecto diferente de los tratamientos aplicados, para ninguno de los días en los que se tomaron las medidas. La Figura 3 muestra que los datos obtenidos en los cuatro eventos de medición no reflejan una tendencia gráfica.

Los resultados obtenidos tienen cierta lógica pues la mayoría de los experimentos en los que se evalúan los componentes del crecimiento y rendimiento de maíz son a largo plazo y sí se observan resultados que aumentan las variables de respuesta en experimentos a largo plazo (Navarro *et al*., 2008). En donde sí se pueden ver algunos resultados es en la propiedades del suelo, como el contenido de MO, en el experimento de Báez y Aguirre (2011), en el cual, encontraron diferencias significativas empleando labranza de conservación.

Si bien está documentado que la labranza de conservación no influye en el crecimiento y rendimiento de los cultivos a corto plazo, en el presente experimento se encontraron diferencias significativas para altura de la planta (solo para el 2 de octubre), por lo que probablemente

influyó en el crecimiento algún otro factor, como la profundidad de la semilla al momento de la siembra. Sin embargo, al no cuantificar si existió diferencia en éste aspecto no es posible asegurar que este sea el motivo real del crecimiento mayor del maíz bajo la influencia del tratamiento 2 (labranza tradicional con residuos).

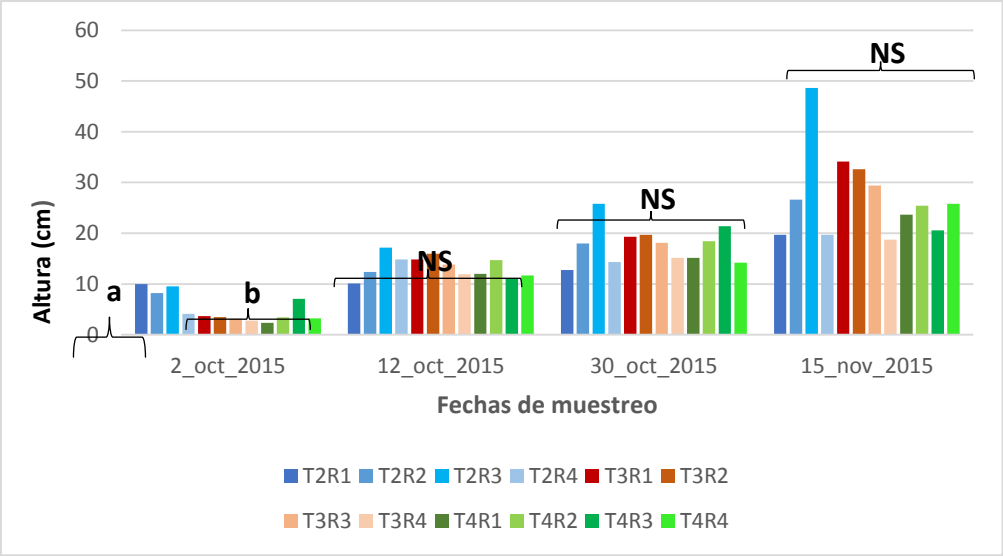


Figura 2. Registro de altura del maíz en el sitio experimental. Las letras a y b muestran los tratamientos que provocaron un efecto distinto sobre la variable de respuesta. NS es igual a diferencias no significativas.

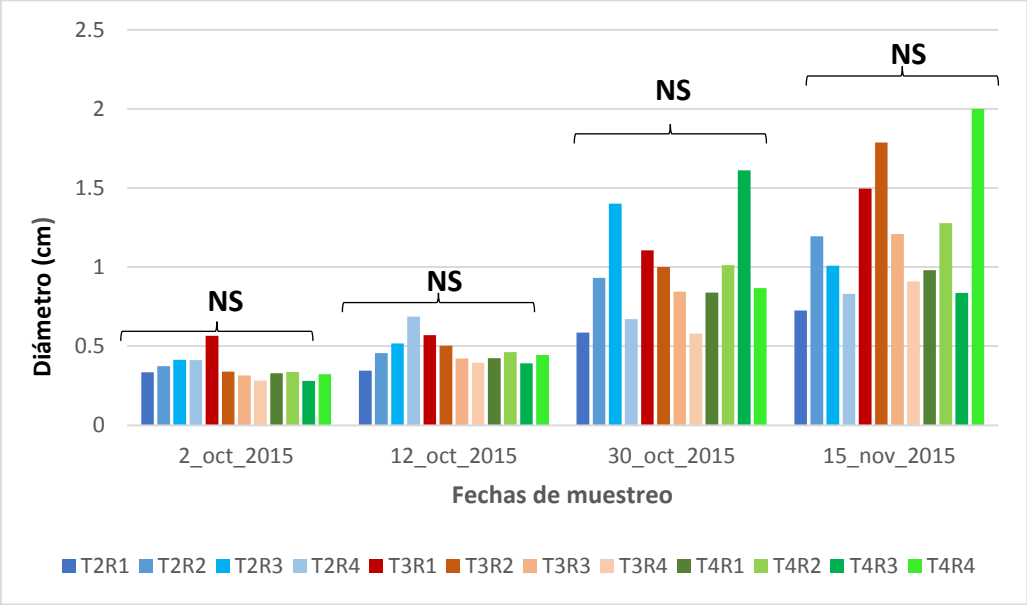


Figura 3. Registro de diámetro del tallo del maíz en el sitio experimental. NS es igual a diferencias no significativas.

CONCLUSIONES

Se logró medir el efecto de tratamientos de labranza de conservación a corto plazo sobre el crecimiento de maíz criollo. No hubo efecto de los tratamientos de labranza sobre el diámetro del tallo y altura de la planta, a excepción del diámetro del tallo en el día uno de toma de datos, donde el mejor tratamiento fue la práctica de labranza tradicional más residuos de cosecha incorporados al suelo. Estos resultados difieren de numerosos trabajos en los que se asegura que los efectos de labranza de conservación se aprecian a largo plazo, por lo que se piensa que esta diferencia se debe a algún otro factor no cuantificado en el presente experimento.

BIBLIOGRAFIA

Báez, A. M., Aguirre, M. J. F. 2011. Efecto de la labranza de conservación sobre las propiedades del suelo. Terra latinoamericana 29(2):113-121.

Castellanos, M. S., Segura, M.A y Ñústez, C.E.L. 2010. Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia).

Clavijo, J. 1989. Análisis de crecimiento en malezas. Revista Comalfi: 15: 12-16.

Kato, T. A.; Mapes, C; Mera, L.M.; Serratos, J. A.; Bye, R. Mera, O. L.M. El maíz. Aspectos generales. El origen y diversificación del Maíz. Proyecto global de maíces nativos. Biodiversidad.gob.mx

Mangelsdorf. 1957. National Academy of Sciences- National Research Council, Publication 510, Washington, D. C. pp. 1-153. Races of maize in Colombia. National Academy of Sciences-National Research Council Publication 510.

Navarro, B. A., Figueroa, S. B., Martínez, M. M., González, C. F. y Osuna, C. 2008. Indicadores físicos del suelo bajo labranza de conservación y su relación con el rendimiento de tres cultivos. Agricultura Técnica en México 4(2):151-158

Navarro, B. A. 2007. Labranza de conservación. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de apoyos para el Desarrollo Rural. Colegio de Postgraduados.

Olivo, M.; P. Alarcón-Cháires y L. Solis. 2001. Los pueblos del maíz, Nomenclatura indígena de una planta sagrada. Etnoecológica 6(8): 103-106.

Ortega Paczka, R. 2003. La diversidad del maíz en México. In Esteva, G., y C. Marielle (Coordinadores). Sin Maíz no hay País. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, México, D. F. pp. 123-154.

Reyes, C., P. 1990. El maíz y su cultivo. AGTEDITOR S.A. México, D.F.

Roberts, L. M., U. C Grant, R. Ramírez E., W. H. Hatheway, and D. L. Smith, in collaboration with P. C.

Turiján, A.T., Damián, H. M.A., Ramírez, V. B., Juaréz, S. J. P., Estrella, C. N. 2012. Manejo tradicional e innovación tecnológica en cultivo de maíz en San José Chiapa, Puebla. Revista Mexicana de Ciencia Agrícolas. 3(3)1085-1100

CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE *Pinus arizonica* Y *Pinus durangensis* DE POBLACIONES DEL NORTE DE MÉXICO

Erickson Basave Villalobos[1], Blanca Nayelli Santes Juárez[2], José Luis García Pérez[3], José Ángel Sigala Rodríguez[1] y Homero Sarmiento López[1]

[1]Campo Experimental Valle del Guadiana y [3]Sitio Experimental La Campana. CIR-Norte Centro. INIFAP.
[2]Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza. basave.erickson@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Ante los procesos de deforestación que existen en México, diversas estrategias se han encaminado para recuperar la cobertura forestal que se pierde a una tasa promedio de 500,000 ha por año (Villalobos y Navarro 2014). La reforestación ha sido el principal esfuerzo orientado a este fin; aunque no el más efectivo de acuerdo con Velázquez *et al*. (2002). En general, la escasa efectividad de los trabajos de reforestación ha sido asociada con las altas tasas de mortalidad de las plantas en campo. Ante este problema, los viveros forestales que producen la planta para los trabajos de reforestación deben producir planta de alta calidad; no obstante, este aspecto difícilmente se cumple, ya que en primer lugar, el germoplasma que usan no es de calidad, pues no se tiene control sobre la precedencia de dicho material. Según Mápula *et al.* (2008), la calidad del germoplasma está influenciada por el origen geográfico (procedencia) de los individuos de los que se recolecta, así como por la ganancia genética de éstos. De ahí, resulta conveniente que todos los trabajos de producción de planta inicien con la selección de procedencias que dispongan de unidades productoras de germoplasma de alta calidad a fin de que en las reforestaciones se planten individuos con mejor acoplamiento a las características ecológicas de los sitios a reforestar, así como lo señala Sáenz y Lindig 2004. Con base en estas consideraciones, los ensayos de procedencias constituyen una herramienta útil para definir los factores genéticos y ambientales de la variación fenotípica, ya que aportan la información necesaria para la selección de los orígenes de semilla con la que se logra un mejor desempeño de las plantas al medio natural en el que serán establecidas (Agudez *et al.,* 199; Amaro *et al.,* 2000).

En Chihuahua y Durango, *Pinus arizonica* y *Pinus durangensis*, son una de las especies que más se propagan para atender los programas de reforestación (Torres *et al.,* 2012). La semilla que se utiliza para la producción de planta proviene de rodales naturales cuyas condiciones ambientes varían debido a la amplia distribución de las especies en estas entidades, por lo tanto hay fuentes de mejor calidad que otras. De ahí, resulta favorable el análisis de la calidad de las semillas de las diferentes procedencias de donde se obtiene las semillas, con el fin de

identificar y definir las procedencias que abastezcan germoplasma de alta calidad. Ante este contexto, el objetivo de este trabajo fue analizar la calidad fisiológica de semillas de *Pinus arizonica* y *Pinus durangensis* de diversas procedencias, considerando que éstas proceden de poblaciones que difieren en su localización y por ende, condiciones ambientales, dentro de su área de distribución natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló durante el periodo de agosto-septiembre del año del 2015 dentro de un invernadero de vidrio, donde se registró una temperatura máxima de 35 °C, una mínima de 10 °C y 85 % de humedad relativa. El invernadero se localiza en el Campo Experimental Valle Del Guadiana del INIFAP en Durango (24°01'36.6'' N-104° 41'34.6'' O).

Las semillas utilizados en el ensayo fueron de las especies de *P. durangensis* y *P. arizonica.* Éstas fueron recolectadas de diez poblaciones que se encuentran distribuidas a lo largo de la Sierra Madre Occidental en el Estado de Chihuahua, cuya información y localización geográfica se muestra en el Cuadro 1.

El 22 de agosto, se estableció una prueba de germinación estándar en vivero. Para ello, de cada especie y procedencia fueron seleccionadas cuatro muestras de 54 semillas. Cada muestra fue sembrada en charolas de plástico de 54 cavidades (170 mL/cavidad) llenadas con un sustrato compuesto por turba de peat-mos, corteza de pino y perlita en proporción 2:2:1. Se aplicaron riegos periódicos a saturación. Nueve días después de la siembra, iniciaron los conteos de las semillas germinadas. Se consideró semillas germinada a aquella que generó una plántula capaz de emerger. Los conteos se realizaron diariamente durante 21 días. La evaluación de la germinación se realizó de acuerdo con el método descrito por Czabator (1962) que involucró la determinación del porcentaje de germinación, valor pico, germinación media diaria y valor de germinación. Adicionalmente, se analizó la viabilidad de las semillas mediante teñido con tetrazolio y rayos X. Para el teñido con tetrazolio se trabajó con una muestra seleccionada aleatoriamente de 100 semillas por cada una de las diez procedencias. En la prueba de tetrazolio se consideraron como semillas viables a aquellas en las que se tiñeron todas las partes esenciales del embrión y endospermo tal como los describe Kolotelo *et al.* (2001). Para la prueba de Rayos X, también se utilizaron 100 semillas seleccionadas aleatoriamente por cada una de las diez procedencias. Con los rayos X se observó el desarrollo del embrión, daños mecánicos y si las semillas estaban llenas o vacías. Las variables relacionadas con la capacidad germinativa fueron las únicas que se sometieron a un análisis de

varianza no paramétrico mediante la prueba Kruskal-Wallis a un nivel de significancia de α=0.10.

La viabilidad de las semillas que fue determinada con la prueba de tetrazolio y rayos X, se analizó a nivel de estadística descriptiva (medias). El análisis de los datos se realizó con InfoStat (Di Rienzo *et al.,* 2015).

Cuadro 1. Localización geográfica de las procedencias de *Pinus arizonica* y *Pinus durangensis* del norte de México.

Procedencia	Especie	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Precipitación media anual (mm)
1“El Porvenir”, Zona centro, Municipio de Guachochi, Chihuahua.	*P. arizonica*	26° 44' 32''	107° 15' 02''	2566	600
2“El Pinito”, Zona sur, Ejido El Pinito, Municipio Guadalupe y Calvo, Chihuahua.	*P. arizonica*	26° 04' 34''	106° 59' 03''	2600	650
3“La Onza”, Zona sur, Ejido Chinatú, Guadalupe y Calvo, Chihuahua.	*P. arizonica*	25° 57' 14''	106° 43' 04''	2590	500
4“Piedra Bola”, Batopilas, Chihuahua.	*P. durangensis*	27° 01' 31''	107° 44' 35''	2380	600
5''El Yeposo'', Zona centro, Ejido El Yeposo, Bocoyna, Chihuahua.	*P. durangensis*	27° 49' 20''	107° 39' 39''	2500	900
6''Memelinche'', Ocampo, Chihuahua	*P. durangensis*	28° 02' 59''	108° 11' 25''	2280	600
7''El Pinito'', zona centro, Ejido el Pinito, Guadalupe y Calvo, Chihuahua.	*P. durangensis*	26° 04' 34''	106° 59' 03''	2600	650
8“El Cuatro”, Zona norte, Ejido El Largo, Madera, Chihuahua.	*P. arizonica*	29° 09' 28''	108° 12' 53''	2475	500
9“Sagoachi”, Zona centro, Ejido El Ranchito, Municipio Bocoyna, Chihuahua.	*P. arizonica*	27° 58' 56''	107° 47' 01''	2430	550
10“El Tres”, Zona norte, Ejido Madera, Municipio Madera, Chihuahua.	*P. arizonica*	29° 13' 07''	108° 12' 38''	2408	600

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron diferencias significativas (P<0.10) entre procedencias entre la mayoría de las variables relacionadas con la capacidad germinativa de las semillas, excepto en el valor máximo. Al respecto, la procedencia con el valor más elevado en porcentaje de germinación (59.72%) fue la de La Onza, en la zona sur con la especie *Pinus arizonica*. Mientras que el valor más bajo (20.84%) correspondió a la procedencia El Yeposo, con *P. durangensis* (Figura, a y b).

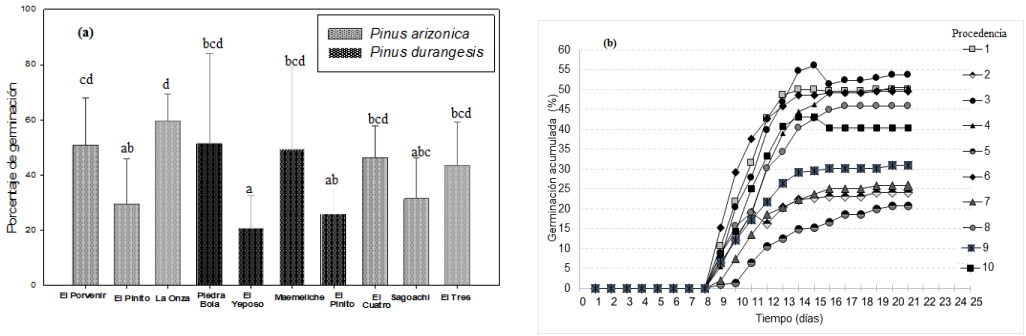


Figura 1. Porcentaje de germinación (a) y germinación acumulada (b) de las diez procedencias *Pinus arizonica* y *Pinus* durangensis del norte de México. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P > 0.10).

Asimismo, en cuanto a germinación media diaria, la procedencia tres (La Onza, en la zona sur con la especie *Pinus arizonica*), registró el mayor valor de 2.84, el cual fue 183% mayor al valor de 0.99 que reportó la procedencia el Yeposo de *Pinus durangensis* (Figura 2 a). Por otra parte, el vigor germinativo varió de 1.35 para la procedencia que registró el valor más bajo (El Yeposo), hasta valores de 10.68 para la procedencia que presentó los mejores resultados (La Onza) (Figura 2 b).

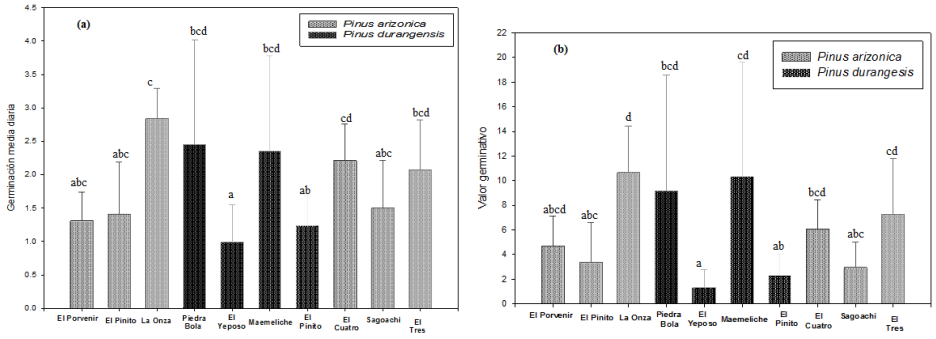


Figura 2. Germinación media diaria (a) y valor germinativo (b) de las diez procedencias *Pinus arizonica* y *Pinus durangensis* del norte de México. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P > 0.10).

El análisis de la viabilidad de las semillas mediante la prueba de tetrazolio y rayos X mostró que más del 85% de viabilidad de las semillas de todas las procedencias y ambas especies. La prueba de tetrazolio indicó patrones de tinción en las principales estructuras de la semilla señalando que más del 85% tenía la capacidad de generar una plántula normal (Figura 3, a y b). Por otra parte, las imágenes radiográficas de las semillas evaluadas mostraron que las estructuras internas estaban completamente desarrolladas y no mostraron daños mecánicos, por lo tanto, todas las semillas analizadas superaron el 85% de viabilidad (Figura 3, a y b)

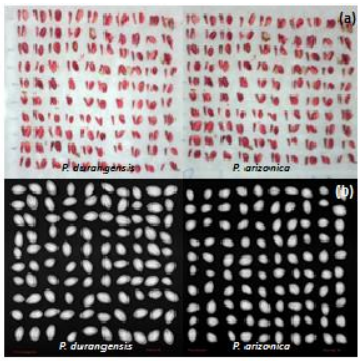


Figura 3. Prueba de tetrazolio (a) y rayos X (b) de las diez procedencias *Pinus arizonica* y *Pinus durangensis* del norte de México.

De acuerdo con los resultados obtenidos la calidad de germoplasma en *Pinus durangensis* y *Pinus arizonica* varió entre procedencias. En la mayoría de las especies forestales predomina el sistema de polinización cruzada (Ledig 1998), lo cual confiere una amplia diversidad genética debido a las mayores probabilidades de recombinación genética; sin embargo, este patrón de cruzamiento se modifica y genera efectos de endogamia, fenómeno común en coníferas (Crnokrak y Barrett 2002, Hart y Clark 2007). La endogamia genera semillas vanas, disminuye la capacidad germinativa y reduce las tasas de crecimiento (Mosseler *et al*., 2000). En un estudio con *Pinus ponderosa* y *Pseudotsuga menziesii* se encontró que las semillas provenientes de autopolinización son más pequeñas y germinan menos que las obtenidas naturalmente o por polinización cruzada (Woods *et al.,* 2001). Davidson *et al.* (1996) y Juárez *et al.* (2006) tras analizar la capacidad germinativa de *Abies amabilis* y *Pinus menziensii* encontraron diferencias significativas entre procedencias para este aspecto; así mismo Mápula *et al.* (2008) reportaron diferencias significativas entre procedencias cuando analizaron la capacidad germinativa de poblaciones de *P. menziensii.* Resultados similares se obtuvieron en este estudio con las especies de *Pinus arizonica* y *Pinus durangensis* pues hubo diferencias significativas en las variables evaluadas en la capacidad germinativa entre las diez

procedencias, este fenómeno sugiere diferenciación entre las procedencias y podría deberse tanto a particularidades entre poblaciones por efecto de la selección (diferentes factores ambientales), y el tamaño poblacional de cada procedencia como lo menciona Frankham (1998) quién señala que en poblaciones pequeñas o de baja densidad la capacidad reproductiva de los árboles disminuye y se favorece la endogamia, producto de la autofecundación o polinización entre árboles emparentados como ha sido discutido anteriormente. Probablemente puede estar ocurriendo en las poblaciones de la zona centro para este estudio ya que las procedencias El Yeposo, El Pinito y Sagoachi tienen una baja densidad (50 árboles/ha) y no superaron el 30% de germinación; en cambio, La Onza presentó mejores resultados en los índices de germinación (95 árboles/ha). Estos resultados concuerdan con el trabajo realizado por Ortega (2003) con *Pinus hartwegii* en siete poblaciones del estado de México pues reporta un alto porcentaje de germinación para la procedencia con mayor tamaño poblacional (98 % en una procedencia) y bajos (33.65 % en las restantes) para las poblaciones pequeñas, relacionando tales datos con la densidad de las poblaciones, se puede asumir que la germinación depende de las condiciones ambientales de cada procedencia y su tamaño poblacional, obteniendo así una exitosa polinización y como resultado semillas de calidad.

CONCLUSIONES

Las semillas de *Pinus arizonica* y *Pinus durangensis* de las procedencias del sur presentaron una mejor capacidad germinativa que las del centro. Además, la calidad fisiológica del germoplasma está fuertemente influenciado por las condiciones ambientales de la procedencia donde se recolecta el material, así como también del tamaño poblacional.

BIBLIOGRAFIA

Agundez D, Galera R, Martín S y Díez R. 1992. Emergencia, supervivencia y crecimiento de 16 procedencias de *Pinus sylvestris* L. en vivero. (Montes Nº 28).

Amaro J, Pardos M, Agundez D. Alia R. 2000. Emergencia, supervivencia y crecimiento de 16 procedencias de *Pinus sylvestris* L. en vivero y Alia, R. 2000. Comportamiento de procedencias de *Pinus pinea* L. en cámara climática durante el primer año de crecimiento. En Actas del 1er Simposio del Pino Piñonero (*Pinus pinea* L.). Tomo I. Junta de Castilla y León. Valladolid: (47-54).

Aparicio RA. 1999. Efecto del sustrato en la germinación y desarrollo inicial de *Pinus patula* Schl. et Cham., *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus pseudostrobus* Lind. En almacigos. Tesis de Maestría en Ecología Forestal. Centro de Genética Forestal, U.V. Jalapa, Ver. Mex. 64 p.

Crnokrak PS, CH Barrett. 2002. Perspective: purging the genetic load: a review of the experimental evidence. Evolution 56:2347-2358.

Czabator FJ. 1962. Germination value; and index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science* 8(4):35-40.

Davidson RH, DGW Edwards, O. Sziklai and Y.A. El Kassaby. 1996. Genetic varation in germination parameters amog populations of pacific silver fir. *Silva Genetica* 45(2-3): 165-171.

Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar.

Frankham R. 1998. Inbreeding and extinction: island populations. *Conservation Biology* 12 (3): 665-675.

Hart DL, AG Clark. 2007. Principles of Population Genetics. 4th ed. Sinauer Associates, Inc, Publishers. Sunderland, Massachusetts, USA. 652 p.

Juárez AJ, López JJ, Vargas-Hernández y Sáenz RC. 2006. Variación geográfica en la germinación y crecimiento inicial de plántulas de *Pseudotsuga menziensii* de México. *Agrociencia* 40(6): 783-792.

Kolotelo D, Steenis EV, Peterson M, Bennett R, Trotter D y Parck D. 2001.Seed Hadling Guidebook. Ministry of Forest. British Columbia. Canada. 106 p.

Ledig TF. 1998. Genetic variation in Pinus. In: Ecology and Biogeography of Pinus. Richardson, D. M. (ed.). Cambridge Univ. Press. p. 251-280.

Mápula MJ, López JJ, Vargas H y Hernández LA. 2008. Germinación y vigor de semillas en *Pseudotsuga menziensii* de México. *Ra Ximhai* 4(1):119-134.

Mosseler A, JE Major, JD Simpson, B Daigle, K Lange, YS Park, KH Johnsen, and OP Rajora. 2000. Indicators of population viability in red spruce, Picea rubens. I. Reproductive traits and fecundity. Can. J. Bot. 78: 928-940.

Ortega MA, Mendizábal HL, Alba JL y Aparicio RA. 2003. Germinación y crecimiento inicial de *Pinus hartwegii* Lind. de siete poblaciones del estado de México. Foresta Veracruzana 5(2):29-34.

Rehfeldt GE. 1983. Seed Transfer Guidelines for Douglas-fir in western Montana. Research Note INT-329. USDA, Forest Service. Intermountain Forest and Range Experiment Station. Ogden, UT, US. 3 p.

Sáenz RC y Lindig CR. 2004. Evaluación y propuestas para el programa de reforestación en Michoacán, México. *Ciencia Nicolaíta* 37(1):107-122.

Torres JM, Sosa VE, Magaña OS, Fernandez JD, Gomez EE, Valades F, Alonso LA, Bello A, Cardoza R, NievesTajeda D. 2012. Evaluación PROCOREF Ejercicio Fiscal 2011.

Velázquez A, Mas JF, Díaz JR, Mayorga R, Alcántara PC, Castro R, Fernández T, Bocco G, Ezcurra E y JL Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México, México, D.F. *Gaceta Ecológica* 62(1): 21-37.

Villalobos DM y Navarro EN. 2014. El avance de la deforestación en Mexíco. *Madera y Bosques* 20 (1): 21–35.

Woods JH, T Wang and SN Aitken. 2001. Effects of inbreeding on Coastal Douglas-Fir: nursery performance. *Silvae Genet* 51(1): 163-170.

DESARROLLO DE MAÍZ FORRAJERO CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA *vs* FERTILIZACIÓN SINTÉTICA

Alejandro Moreno-Reséndez[*¶♠], Jesús Enrique Cantú-Brito[♥] y José Luis Reyes Carrillo[¶♠]

[♥]Profesor – Investigador con Perfil PRODEP. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna.
[¶]Integrante del Cuerpo Académico de Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria (CASISUPA) de la UAAAN. Clave: UAAAN-CA-14.
[♠]Integrante de la Red Académica de Innovación en Alimentos y Agricultura Sustentable (RAIAAS) – Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Coahuila de Zaragoza – Comunidad de Instituciones de Educación Superior de la Laguna (COECYT-CIESLAG), México
[*]Autor por correspondencia, correo electrónico: alejamorsa@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Actualmente la Comarca Lagunera es considerada como la segunda región de importancia en producción de leche en México, esta producción se basa principalmente en la explotación intensiva de forrajes entre ellos alfalfa, maíz y sorgo, con los cuales se generan las raciones requeridas por el ganado lechero (Espinoza *et al*., 2009). En esta región se siembran aproximadamente, 34,486 ha de maíz forrajero (SIAP-SAGARPA, 2014), el 90 % corresponde a híbridos comerciales, productores de grano y de forraje (Peña *et al*., 2003).

Uno de los principales problemas que inciden sobre la producción de los forrajes, en esta región, es la baja fertilidad de los suelos provocada por la sobre explotación de los mismos (Salazar *et al.,* 2007). Por otro lado, Capulín *et al*. (2011) señalan que el empleo de fertilizantes sintéticos, de alta solubilidad, además de costosos, tiende a contaminar el ambiente. Para combatir lo anterior, dentro de las acciones para proteger los ecosistemas agropecuarios y prevenir su degradación, la incorporación de abonos orgánicos es esencial, ya que resulta insoslayable que la materia orgánica, además de ser el soporte básico para la vida en los suelos, puede definir su potencial productivo (Sánchez *et al*., 2011).

Del Pino *et al.* (2008) y Álvarez *et al*. (2010), destacan que la aplicación de fuentes alternativas de fertilizantes, como los abonos orgánicos, favorece la actividad y la cantidad de la biomasa microbiana del suelo, logrando beneficios significativos sobre su fertilidad, por lo tanto estos materiales han sido considerados como alternativa para reducir el uso de agroquímicos, entre ellos los fertilizantes sintéticos. Por su parte, Fortis *et al*. (2009) concluyeron que, las variables de calidad bromatológica registradas en el cultivo de maíz, permiten suponer que los abonos orgánicos, además de ser una alternativa de fertilización viable, permiten alcanzar niveles de calidad óptimos para dicho cultivo, sin contaminar el ambiente. Por su parte, Salas *et al*. (2010) establecieron que la producción de maíz forrajero hidropónico fertilizado con té de compost fue similar en rendimiento y calidad nutrimental a lo obtenido con la fertilización inorgánica, excepto

en contenido de FDA, y concluyeron que es factible la utilización del té de compost como sustituto de la fertilización sintética durante el desarrollo de este cultivo forrajero.

Por lo anteriormente descrito, y dado el interés por conocer el efecto del Acadian Suelo y Acadian Foliar (Stimplex) [ACADIAN SEAPLANTS MEXICANA, S.A. DE C.V. ®], obtenidos de extractos de algas marinas, se propuso evaluar el efecto de estos abonos orgánicos sobre el rendimiento y la calidad del maíz forrajero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El lote experimental, de 20 ha, se localizó en la pequeña propiedad del establo Corona (aproximadamente a 4 km de la carretera "La Partida-Granada", Mpio. de Matamoros, Coahuila. El estudio se realizó en período abril – agosto de 2015. La superficie, cuyo cultivo previo fue alfalfa, fue barbechada y posteriormente se realizaron tres pasos de rastra. Durante esta etapa se obtuvieron ocho muestras de suelo (nivel 0 - 0.30 m). La siembra de las semillas de maíz amarillo, hibrido 2A120 (Dow AgroSciences de México, S.A de C.V. ®) con 99 % de pureza, se realizó en seco, el 20/04/2015, a razón de 6 a 7 semillas por metro lineal, para una densidad de población de 60, 000 plantas•ha^{-1}. Cuatro días después se dosificó el primer riego, en total se aplicaron cuatro riegos, distribuidos cada 28 a 30 días, con una lámina de riego total de 80 cm.

Los tratamientos evaluados forrajero fueron: T1 = Acadian suelo [inoculación a la semilla (100 mL•20 kg^{-1} semilla) y aplicación al suelo en 2do y 3er riego de auxilio (0.5 L•ha^{-1}•$riego^{-1}$)] + Stimplex foliar (dos aplicaciones al follaje, con cuatro y seis hojas verdaderas, a razón de 0.5 L•ha^{-1}) y T2 = Testigo comercial [A la siembra se aplicó la dosis 50-80-00, usando $(NH_4)_2SO_4$ y fosfato monoamónico (MAP) y la dosis 140-00-00 al primer riego de auxilio, aplicando urea]. El Acadian Suelo es una formulación especialmente diseñada para aplicaciones al suelo (pH 7.8-8.2 y con certificación OMRI y BSC) y el Acadian foliar (Stimplex) es una formulación especialmente diseñada para aplicar al follaje (pH 3.6-4.2 y con certificación OMRI y BSC).

Durante el desarrollo del cultivo se evaluaron las siguientes variables: emergencia (E), a los 15, 19 y 24 días después de la siembra (dds) se cuantificó el número de plantas nacidas por cada 6 m; desarrollo radicular (DR), 30 días después del primer riego, usando una pala lagunera, se extrajeron 16 plantas a las cuales, cuidadosamente, se les eliminaron los residuos de suelo, después se colocaron en hieleras de plástico para evitar su deshidratación, se trasladaron al laboratorio donde se pesaron, utilizando la parte vegetativa por debajo de la corona, en una balanza analítica (Type 1501, Sartorius®); vigor de las plantas (VP) usando la escala de vigor de Huisman y Kortleve (1994) quienes sugieren evaluaciones a los 7, 14 y 21 después de la nacencia, usando la escala "Vigor rating" 0 a 9; la Altura de planta (AP), se registró a los 15, 30,

60 y 90 días del primer riego, utilizando una cinta métrica flexible, la cual se colocó a ras del suelo y se registró el valor hasta el desarrollo de la última hoja del centro ápice de crecimiento; Rendimiento del cultivo (RC), el rendimiento de materia seca (MS) por hectárea se determinó a partir de la producción de forraje verde (FV) y el porcentaje de MS a los 90 días después de la siembra. Se obtuvieron muestras en verde, representativas de cada bloque y repetición, y se secaron en una estufa de circulación de aire forzado a 60 °C por un periodo de 72 h.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental de bloques al azar con dos tratamientos y 16 repeticiones. Los análisis estadísticos se efectuaron aplicando ANDEVA y separación de medias con la prueba $DMS_{0.05}$, complementados con la estadística descriptiva para la obtención del error estándar y rangos de datos en resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, se muestran resultados de emergencia a 15, 19 y 24 dds. Para la primera fecha de evaluación no se registraron diferencias significativas por efecto de los tratamientos T1 y T2 con 30.80 y 30.60 %, 12.93 y 12.87 plantas emergidas, respectivamente, por cada 6 m lineales. Mientras que a los 19 y 24 dds, se registraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para esta variable debido al efecto del tratamiento T1, superando en 2.98 y 4.61 % de emergencia respecto al T2. La aplicación de los abonos orgánicos, derivados de los extractos de algas marinas, resultó benéfica para el maíz forrajero ya que se ha establecido que la emergencia de trigo (*Triticum aestivum* L.) y maíz, evaluada 20 dds, disminuye de forma considerable al incrementarse la dosis de fertilización nitrogenada (Kitchen y Westfall, 1990).

Cuadro 1. Emergencia en maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo P-V 2015, con fertilización orgánica y testigo comercial del productor. Literales diferentes en las columnas difieren estadísticamente ($P \leq 0.05$).

	Emergencia (%) días después de la siembra		
Tratamiento	15	19	24
T1	30.80 a	42.41 a	83.04 a
T2	30.65 a	39.43 b	78.42 b

Los resultados obtenidos fueron ampliamente superados por los obtenidos por Sánchez *et al*. (2014) quienes al inocular semillas de maíz con *Azotobacter* spp., *Burkhodelia* spp., más fertilizante nitrogenado al 50 % registraron, a los 11 dds, un 95 % de emergencia, mientras que el testigo, sin inocular y fertilizante nitrogenado al 100 % obtuvo un 85 % de emergencia. Por otro lado, los valores de emergencia obtenidos, a los 24 dds, fueron similares a los reportados por Clau *et al*. (2013) quienes no observaron diferencias significativas entre los tratamientos y registraron un 90 % de emergencia (30 dds), en el cultivo de soya con doble inoculación *Bradryhizobium*-micorrizas y el uso de fitoterápicos de semilla.

Para el DR, a los 30 días después del primer riego, el ANDEVA registró diferencias significativas (P≤0.05) por efecto de los tratamientos, el mayor peso de raíz se registró en el tratamiento T1, con 27.40±2.77 g, superando al desarrollo radicular del T2 en 42.34 %. Para el DR los rangos mínimos y máximos determinados fueron de 13 y 48.3 así como 10.8 y 28.7 para T1 y T2, respectivamente. Los resultados para el DR coinciden con los obtenidos por Khan *et al*. (2012) quienes determinaron que la fertilización con extracto de [*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis] (EAN) estimulan tanto la formación de nódulos en las raíces como el crecimiento de la alfalfa y sugieren que el EAN puede contener compuestos que promueven la relación simbiótica leguminosas-rhizobium.

Para la variable de VP, el cual es requerido tanto para un establecimiento adecuado como para un desarrollo exitoso del maíz (Oskouei *et al*., 2014), se observó que las plantas del tratamiento T2 fueron más vigorosas en los primeros 15 dds, por su parte las plantas que fueron fertilizadas con Acadian suelo y Stimplex foliar presentaron mayor vigor conforme transcurrió el desarrollo experimental (cuadro 2). Este efecto se puede deber a que los abonos orgánicos, aunque pueden contener una concentración baja de elementos nutritivos, se caracterizan por ser productos de lenta liberación de éstos, además de poseer acciones residuales y efectos mejoradores sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos que reciben su incorporación (Félix *et al*., 2008; Fortis *et al*., 2009).

Cuadro 2. Vigor de las plantas (± error estándar) de maíz forrajero, desarrollado, durante el ciclo P-V 2015, con fertilización orgánica y testigo comercial del productor.

Tiempo de muestreo (dds)	Tratamientos		Rango	
	T1	T2	Mínimo	Máximo
15	3.75 ± 0.17 b	4.92 ±0.18a	3 - 5	4 - 6
24	4.56 ± 0.15 ns	4.46 ±0.20ns	3.8 - 6	3 - 6
39	6.28 ±0.17a	4.81 ±0.26 b	5 - 7	4 - 7

T1 = Acadian suelo [inoculación a la semilla (100 mL•20 kg^{-1} semilla) y aplicación al suelo en 2do y 3er riego de auxilio (0.5 L•ha^{-1}•$riego^{-1}$)] + Stimplex foliar [dos aplicaciones al follaje (cuando las plantas presentaron cuatro y seis hojas verdaderas) a razón de 0.5 L•ha^{-1}] y T2 = Testigo comercial del productor; dds = días después de la siembra; Literales diferentes en renglones difieren significativamente; ns=no significativa

En el cuadro 3 se aprecia que para la AP solo existieron diferencias significativas (P≤0.05) a los 39 dds, registrándose en el T1 un valor 58.56 ± 2.36 cm, mientras que en el T2 fue de 51.03 ± 1.37 cm, siendo los rangos mínimos y máximos de 40 y 76 cm, respectivamente. En las demás fechas de evaluación los ANDEVA no mostraron diferencias significativas para AP. La AP registrada, 2.59 m a los 90 días, para el maíz forrajero fertilizado con extractos de algas marinas, resultó ligeramente inferior (11.3 %) al valor promedio reportado por Olague *et al*. (2006), para este cultivo fertilizado, con 100 t•ha^{-1} de estiércol bovino, incorporado al suelo tres meses antes de la siembra, y las dosis 62-00-00 a la siembra y 50-00-00 (N-P-K) en el sistema

de riego sub-superficial, con tres separaciones de la cintilla de riego (80, 90 y 100 cm), desarrollado en un ciclo similar, P-V y dentro la misma región agrícola. Por su parte, Salazar *et al*. (2010) reportaron un promedio de AP del maíz forrajero de 2.58 m, como resultado de la aplicación de estiércol bovino, durante seis años, en dosis de 0, 40, 80, 120 y 160 t•ha^{-1}. Lo anterior permite resaltar que los abonos orgánicos utilizados favorecieron la AP el maíz forrajero sin necesidad de aplicar fertilizantes sintéticos.

Cuadro 3. Resultados de la evaluación de la altura de las plantas de maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo P-V de 2015, con abonos orgánicos y testigo comercial del productor.

		Tratamientos									
		T1					T2				
					Rangos (umbrales)					Rangos (umbrales)	
Fecha	dds	APP (cm)	EE		Min	Max	APP (cm)	EE		Min	Max
30/04/15	10	SE					SE.				
12/05/15	22	13.87	± 0.94	ns	10	20	14.81	± 1.26	ns	10	28
29/05/15	39	58.56	± 2.36	a	43	76	51.06	± 1.37	b	40	64
18/06/15	60	186.75	± 10.16	ns	137	260	169.37	± 2.53	ns	142	181
17/07/15	89	259.75	± 2.29	ns	242	280	259.87	±2.96	ns	244	285

T1 = Acadian suelo [inoculación a la semilla (100 mL•20 kg^{-1} semilla) y aplicación al suelo en 2do y 3er riego de auxilio (0.5 L•ha^{-1}•riego^{-1})] + Stimplex foliar [dos aplicaciones al follaje (cuando las plantas presentaron cuatro y seis hojas verdaderas) a razón de 0.5 L•ha^{-1}] y T2 = Testigo comercial del productor; dds = Días después de la siembra; APP = Altura promedio de planta; EE = Error estándar; Min = Mínimo; Max = Máximo; Literales diferentes son estadísticamente diferentes. ns=no significativa

Para la variable RC se aprecia en la figura 4 que el efecto de los abonos orgánicos, utilizados en el T1, favorecieron las diferencias significativas (P≤0.05) entre los tratamientos evaluados. El rendimiento promedio obtenido de FV de maíz con Acadian suelo y Stimplex foliar fue de 59,402.06 kg•ha^{-1}, registrándose una diferencia de 4,935.91 kg•ha^{-1} respecto al tratamiento T2. En estudios realizados con fertilizantes orgánicos en la Comarca Lagunera por Fortís *et al*. (2009) determinaron que el ANDEVA mostró que el rendimiento de FV fue significativo al 1.3 %, indicando que al menos uno de los cuatro tratamientos evaluados generó un mayor rendimiento. El rendimiento promedio obtenido fue de 51,000 kg•ha^{-1}, con un CV de 17.28 %. De la comparación de medias, se determinó que con la aplicación del vermicompost se obtuvo el mayor rendimiento 64,000 kg•ha^{-1}, seguido de la aplicación del biocompost 56,000 kg•ha^{-1}, ambos valores muy similares al rendimiento obtenido en este trabajo de 59,402.06 kg•ha^{-1} de FV de maíz. Adicionalmente, el rendimiento obtenido con los fertilizantes orgánicos aplicados

superaron los rendimientos promedio de FV de maíz de 50,000 y 47,842.22 kg•ha^{-1} reportados para la Comarca Lagunera por Núñez *et al*. (2006) y Yescas *et al*. (2015) quienes utilizaron fertilizantes sintéticos.

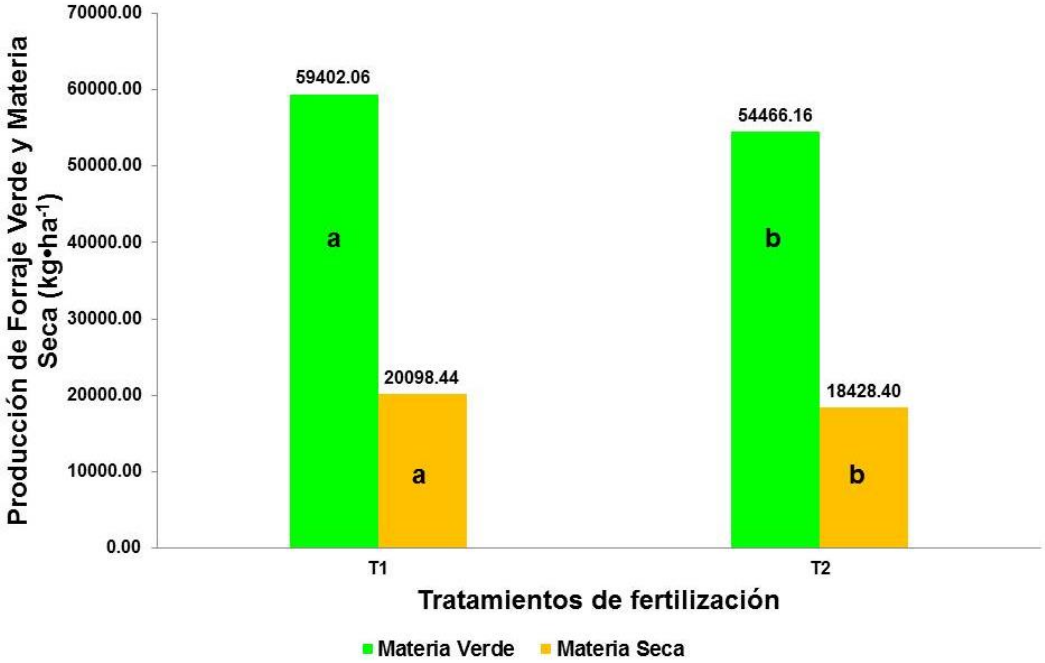


Figura 4. Producción de forraje verde y de materia seca de maíz forrajero desarrollado, con fertilización orgánica y testigo comercial del productor, ciclo P-V 2015.

En la figura 4 se presentan los resultados para MS en ésta se pueden observar que se registraron diferencias significativas (P≤0.05) debido al efecto del Acadian suelo y Stimplex foliar, con 20,098.44 kg•ha^{-1} para el T1, obteniéndose una diferencia de 1,670.04 kg•ha^{-1} respecto a la aplicación de la fertilización sintética. La cantidad de MS obtenida al igual que en el caso del FV, superó en al menos 40.23 y 32.31 % al valor promedio reportado por Fortis *et al*. (2009) y Yescas *et al*. (2015), en el primer caso como resultado de la incorporación de vermicompost y biocompost y en el segundo caso debido a la aplicación de fertilizantes sintéticos, ambos trabajos desarrollados en misma región agrícola.

CONCLUSIÓN

La aplicación de los fertilizantes orgánicos líquidos, Acadian Suelo y Acadian Foliar (Stimplex), obtenidos a partir de extractos de algas marinas, durante el desarrollo del maíz forrajero, además de cubrir sus requerimientos nutricionales, provocó que sus plantas lograsen reflejar mayor vigor y mayor peso radicular, favoreciendo también la obtención de mayores rendimientos de FV y MS, lo anterior sin aplicación de fertilizantes sintéticos

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez S., J.D.; Gómez V., D.A.; León M., N.S. & Gutiérrez M., F.A. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. Agrociencia. 44(5): 575-586.

Capulín G., J.; Mohedano C., L.; Sandoval E., M. y Capulín V., J. C. 2011. Estiércol bovino líquido y fertilizantes inorgánicos en el rendimiento de jitomate en un sistema hidropónico. Revista Chapingo Serie Horticultura. 17(2): 105-114.

Clua, A.; Olgiati, J. y Beltrano, J. 2013. Evaluación de la doble inoculación *Bradyrhizobium*-micorrizas y el uso de fitoterápicos de semilla en el crecimiento, eficiencia de inoculación y el rendimiento de un cultivo de soja. Rev. Investigaciones Agropecuarias. 39(3): 37-45.

del Pino, A.; Repetto, C.; Mori, C. y Perdomo, C. 2008. Patrones de descomposición de estiércoles en el suelo. Terra Latinoamericana. 26: 43-52.

Espinoza A., J.J.; Salinas G., H.; Orona C., I. y Palomo R., M. 2009. Planeación de la investigación de la INIFAP en la Comarca Lagunera en base a la situación de mercado de los principales productos agrícolas de la región. Revista Mexicana de Agronegocios. XIII(24): 758-773.

Félix H., J.A.; Sañudo T., R.R.; Rojo M., G.E.; Martínez R., R. y Olalde P., V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai. 4(1): 57-67

Fortis H., M.; Leos R., J.A.; Preciado R., P.; Orona C., I.; García S., J.A.; García H., J.L. y Orozco V., J.A. 2009. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. Terra Latinoamericana. 27(4): 329-336

García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D. F. 217 p.

Huisman, W. and Kortleve, W. J. 1994. Mechanization of crop establishment, harvest and post harvest conservation of *Miscanthus Sinensis* Giganteus. Industrial Crops and Products. 2(4): 289-297.

Khan, W.; Zhai, R.; Souleimanov, A.; Critchley, A. T.; Smith, D.L. and Prithiviraj, B. 2012. Commercial extract of *Ascophyllum nodosum* improves root colonization of alfalfa by its bacterial symbiont *Sinorhizobium meliloti*. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 43(18): 2425-2436.

Kitchen, N.R. and Westfall, D.G. 1990. Wheat and corn emergence inhibition from surface-banded solution nitrogen fertilizer. J. Prod. Agric. 3: 328-332.

Núñez H., G.; Peña R., A.; González C., F. y Faz C., R. 2006. Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje. pp. 45-97. *In*: Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. INIFAP. CELALA. Libro Científico No. 3. Matamoros, Coah. México.

Olague R., J.; Montemayor T., J.A.; Bravo S., S.R.; Fortis H., M.; Aldaco N., R.A. y Ruíz C., E. 2006. Características agronómicas del maíz forrajero con riego sub-superficial. Téc. Pecu. Méx. 44: 351-357.

Oskouei, B.; Majidi H., E.; Hamidi, A.; Moradi, F. and Moghadam, A. 2014. Study on seed vigor deterioration in hybrid corn (*Zea mays*), *cv*. single cross 704. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci. 3(6): 207-210.

Peña R., A.; Núñez H., G. y González C., F. 2003. Importancia de la planta y el elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético dela calidad forrajera. Téc. Pecu. Méx. 41:63-74.

Salas P., L.; Preciado R., P.; Esparza R., J.R.; Álvarez R., V. de P.; Palomo G., A.; Rodríguez D., N. y Márquez H., C. 2010. Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica. Terra Latinoamericana. 28(4): 355-360.

Salazar S., E.; H. I. Trejo E., C. Vázquez V. y López, M., J.D. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. ΦYTON. 76: 169-185.

Sánchez, S.; Hernández, M. y Ruz, F. 2011. Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. Pastos y Forrajes. 34(4): 375-392.

Sánchez Y., J. M.; López A., I. Y.; Villegas M., J.; Montaño A., N.M. 2014. Respuesta del maíz (*Zea mays* L) a la inoculación con *Azotobacter sp* y *Burkholderia sp* a dosis reducida de fertilizante nitrogenado. Scientia Agropecuaria. 5(1): 17-23 .

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera – Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SIAP-SAGARPA). 2014. Producción agropecuaria y pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Coahuila y Durango. URL: http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo.

Yescas, C. P.; Segura C., M. A.; Martínez C., L.; Álvarez R., V. P.; Montemayor T., J.A.; Orozco V., J. A. y Frías R., J. E. 2015. Rendimiento y calidad de maíz forrajero (*Zea mays* L.) con diferentes niveles de riego por goteo subsuperfcial y densidad de plantas. ΦYTON. 84: 272-279.

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN CINCO VARIEDADES DE AVENA A DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN, ORGÁNICA Y MINERAL

Jesús García Pereyra., Gabriel N. Aviña Martínez., Roberto Medina Medrano., Rosa Bertha Rubio Graciano., Sebastián E. González Villarreal.

Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana de Durango, jpereyra5@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Se analizaron los rendimientos de forraje seco y seis variables más, en cinco variedades de avena (*Avena sativa L.)* Chihuahua, Cuauhtémoc, Avemex, Cevamex y Karma, con diferentes dosis de fertilización: orgánica-liquido (20 l ha^{-1}) mineral 120-60-00) y estiércol de bovino composteada (4 ton ha^{-1}), trabajos realizados de agosto a diciembre de 2013, realizados en la estación experimental del Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana de Durango. La avena (Avena sativa L.) es el sexto cereal más importante del mundo en producción de grano después del trigo (Triticum aestivum L.), maíz (Zea mays L.), arroz (Oryza sativa L.), cebada (Hordeum vulgare L.) y el sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) (Salmeron *et al., 2003*), con una producción anual de 26 millones toneladas de avena de grano (Amado *et al., 2000*). En México, en el año 2006, se sembraron 799 056.46 hectáreas para avena forrajera obteniéndose una producción de 11 074 254.79 toneladas y un rendimiento promedio de 14.17 t ha^{-1}; para grano se sembraron 78 903.75 hectáreas, la producción fue 152 496.16 toneladas y el rendimiento promedio 2.0 toneladas por hectárea (Amado *et al., 2000*). La avena forrajera ocupa el tercer lugar en producción de veinticuatro cultivos forrajeros de México, con aproximadamente el 9.8% de producción total. Los primeros lugares son ocupados por los pastos y la alfalfa verde que cuentan con el 41.9% y 27.2% de la producción. Chihuahua es el principal estado productor de avena forrajera, con el 31.3% de la producción entre los años de 2007 a 2009. Durango ocupa el segundo lugar nacional en cuanto a superficie sembrada de avena forrajera, con el 15.5%, el Estado de México ocupó la tercera posición con el 14.3%. En seguida encontramos a Zacatecas y Coahuila con el 13.2% y 5.5% respectivamente con variedades de alto valor forrajero como Karma, Avemex, Cevamex, Cuauhtémoc y Anáhuac. La deficiencia en el mercado de forrajes con alto valor proteico en México, permite que el cultivo de la avena sea de alto valor económico y presenta una opción rentable de siembra para los productores de las zonas de temporal, siendo la más demandada la que se empaca y se comercializa en estado seco.

En Durango la producción promedio para avena de grano es 2.2 ton ha^{-1} y para forraje seco de 220 pacas de 30 kg, presenta buen contenido de proteína y de 120 a 130 días de siembra al corte Cuadro 1.

Cuadro 1. Producción forrajera y contenido de proteína y fibra cruda de dos variedades de cereales.

	Forraje seco ton ha^{-1}	Proteína cruda %	Fibra cruda %	Altura corte (m)	Días al corte
Triticale (trigo y centeno)	11.06	5.15	29.63	1.28	150
Avena	10.08	7.28	27.27	1.45	128

MATERIALES Y METODOS

Los estudios se efectuaron de agosto a diciembre de 2013. Se empleó un fertilizante foliar con alto contenido de nitrógeno, fosforo y potasio liberado por el INIFAP, Durango, aplicándose por medio de aspersión manual antes de que la planta presentara una altura de 20 centímetros (para la fertilización liquida). Para la fertilización química fueron empleados 20 gramos por parcela de la fórmula 120-60-00 y para el uso del estiércol fue una sola dosis de 4 ton ha^{-1}. Las malezas que se presentaron en las parcelas: zacate salvación, acahual, amarantillo, aceitillo y quelite principalmente, los trabajos de campo fueron los normales: delimitación del área, melgueado, siembra y fertilización, se aplicaron dos riegos espaciados. Se empleo un diseño experimental de bloques al azar para 5 tratamientos (variedades de avena) con 4 repeticiones cuando se detectaron diferencias estadísticas se procedió a efectuar la comparación de medias por DMS a una a una $p<0.05$. En cada parcela al final se efectuó una toma de muestra de análisis de suelo para lo cual se recorrieron los lotes al azar en forma de zig-zag y cada 15 o 30 pasos se tomó una sub muestra, limpiando la superficie del terreno y depositándola en un balde. Las sub muestras se tomaron entre 20 y 30 cm de profundidad. Luego de tener todas las sub muestras en el balde (de 15 a 20 por hectárea) se mezclaron homogéneamente y se tomó un kilogramo aproximadamente. Esta es la muestra compuesta requerida para el análisis. Se determinan las variables en campo más significativas en altura de planta, numero de espigas por planta, numero de granos por espiga, y rendimiento del forraje seco por hectárea. En el laboratorio se determinaron la composición forrajera, proteína cruda en %, Cenizas, Grasa fibra detergente neutra y fibra detergente acida. Para el análisis de suelo al final de la siembra, se empleó el equipo (Smart 2, 2012) de Lamotte® y el software de interpretación de suelos Smart Pro, 2012, para lo cual se delimitaron los lotes experimentales en una superficie 20 x 20 m cada lote, los cuales se dividieron en unidades experimentales de 4 x 4 m, cada uno para un total de 4 unidades por lote. Los análisis físicos y químicos se efectuaron en el laboratorio de Biología Agrícola del Instituto tecnológico del Valle del Guadiana de Durango.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de suelos

Los resultados se aprecian en los Cuadros 2, y 3. se muestran los resultados del análisis de nitrógeno, fosforo, potasio, azufre, calcio, magnesio y los elementos menores hierro, cobre y manganeso.

Cuadro 2. Resultados en el análisis físico de los suelos

No.	Textura	pH	Materia Orgánica	
1	Franco Arenoso	6.08	2.0	Alta
2	Franco Arenoso	6.20	1.0	Baja
3	Arcillo-Arenoso	6.10	1.0	baja
4	Franco Arenoso	6.20	0.5	Baja
5	Franco Arcillosa	6.47	2.0	Alta

Cuadro 3. Promedio de elementos mayores nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio y azufre de los suelos, siembra de 5 variedades de avena.

Lote	Nitrógeno		Fosforo		Potasio		Calcio		Magnesio		Azufre	
	kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha	
1	0.0	Bajo	0.0	Bajo	65.0	Alto	7000	Alto	512	Alto	75	Alto
2	0.0	Bajo	10.0	Bajo	60.0	Bajo	200.0	Bajo	600	Alto	70.0	Alto
3	16.8	Bajo	0.0	Bajo	30.0	Bajo	1700	Bajo	698	Alto	72.0	Alto
4	0.0	Bajo	0.0	Bajo	23.0	Bajo	3600	Alto	170 0	Alto	6.7	Bajo
5	7.3	Bajo	17.2	Bajo	2.2	Bajo	3500	Alto	560	Alto	75.0	Alto

En cada variedad sembrada, los resultados de la calidad de la planta y el rendimiento de grano se aprecian en el cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados experimentales de siembra de cinco variedades de avena.

Variedad	Altura (cm)	Numero de espigas X planta	Numero de granos x espiga	Peso forraje seco g/m^2	Peso grano g/m^2
Chihuahua	80.0	3	12	1200c	420
Cuauhtémoc	122.0	4	11	1416a	380
Avemex	115.0	4	15	1400a	550
Cevamex	98.0	4	16	1300ab	280
Karma	81.0	4	12	1200c	350
Promedio	99.2	3.8	13.2	1869.6	396

Calidad forrajera

Los resultados en cuanto a la cantidad de proteína cruda presente, cenizas, grasa, fibra detergente neutra, fibra detergente acida y contenido de cenizas se aprecian en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Calidad del forraje promedio de avena.

Variedad	Proteína cruda (%)	Cenizas (%)	Grasa (%)	FDN (%)	FDA (%)
Chihuahua	5.3	6.4	3.2	58.8	36.5
Cuauhtémoc	3.5	4.5	3.4	47.1	28.6
Avemex	4.3	5.1	3.1	51.0	24.6
Cevamex	5.2	6.1	3.0	52.6	28.0
Karma	3.7	4.0	3.1	46.9	35.0
Promedio	**4.4**	**5.22**	**3.1**	**50.2**	**31.8**

El rendimiento de 1400 g/m^2 de forraje seco aquí obtenido en promedio, es muy superior al reportado por Salmerón *et al*., (2003) en la etapa de corte a madurez comercial. Al respecto, la media histórica de producción de forraje de avena de temporal en México es de 3800 kg ha^{-1} de forraje seco, por lo que se pude decir que los resultados de la siembra de avena y su buen rendimiento se debió al buen temporal existente en el ciclo. Coblentz y Walgenbach (2010) reportaron contenidos de PC (17.0 %), FDN (57.8 %), FDA (33.4 %), en avena variedad Karma, difieren en cuanto a contenido de proteína cruda que en este estudio de avena variedad Avemex fue 12.5 % menor pero con menor FDN y similar FDA.

CONCLUSIONES

Las variedades de Avena Cuauhtémoc y Avemex, presentan los mas altos rendimientos de forraje seco, con la diferencia de que Avemex, presenta mayores rendimientos de grano que las demás variedades en estudio, por lo que Avemex se recomienda para siembra de doble propósito ya sea para grano o para forraje, así como por su calidad forrajera al presentar una fibra detergente neutra y acida aceptable, lo que garantiza una buena digestión de la fibra para el ganado.

BIBLIOGRAFÍA

Amado, A. J. P.,P. Ortiz F. y Salmerón Z. J. J. 2000. Manejo agronómico de la avena en la sierra de Chihuahua (Variedades, agua, densidad de siembra y fertilización mayor). Folleto científico No. 7. SAGAR- INIFAP- CESICH.

Coblentz W K, R P Walgenbach (2010). Fall growth, nutritive value, and estimation of total digestible nutrients for cereal-grain forages in the north-central United States. J. Anim. Sci. 88:383-399.

Salmerón Z J J, F J Meda, J R Bárcena (2003) Variedades de avena y calidad nutricional del forraje. Folleto Técnico No. 17. CESICH- CIRNOC-INIFAP-SAGARPA. Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. 43 p

Smart 2. 2012. Manual de análisis de suelos. Lamotte. www.lamotte.com

EVALUACIÓN DE SIETE HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAIZ (*Zea mays* L.) CON FINES FORRAJEROS EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA, MÉX. 2015-2016.

Daniela Ivonne Escalante Martínez[1], Arturo Morales Cuèn[1], Néstor Alberto Aguilera Molina[1], Fannie Isela Parra Cota[1].

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug[1]. Escalante.daniela@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es por tradición un cultivo de suma importancia en México, tanto para la alimentación humana como para la animal, aunque en este caso, se utiliza tanto como forraje verde, ensilado o como rastrojo. La producción de forraje es una actividad agropecuaria esencial para el desarrollo de la ganadería, y en particular el que se obtiene del cultivo del maíz, ya que este cultivo por su diversidad genética se adapta a diferentes regiones del país (Tucuch *et al.,* 2013). Por tal motivo la selección de híbridos es fundamental para mejorar la situación de bajo rendimiento y poco valor nutritivo.

En el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Norman E. Borlaug se han realizado varios estudios durante los últimos años. Las evidencias indican que la selección de híbridos de maíz en base a información que integre aspectos agronómicos y calidad nutritiva con fines forrajeros, proporciona los mejores resultados. En Sonora la superficie sembrada de maíz forrajero del 2013 al 2015 varió de 664 a 1109 hectáreas y tuvo un rendimiento promedio de 13 ton/ha de forraje seco (SIAP, 2016).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar siete híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) con potencial forrajero de la compañía SEMILLAS GENEX DEL NOROESTE S.A. DE C.V, bajo condiciones de riego en el Valle del Yaqui, Sonora, en el ciclo otoño-invierno 2015-2016.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó durante el ciclo otoño invierno 2015-16 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, localizado en el block 910 del Valle del Yaqui, Sonora, México., el cual está ubicado en las coordenadas 27° 22´latitud Norte y 109° 55´ longitud Oeste una altura de 40 msnm. Se evaluaron siete híbridos comerciales de maíz con fines forrajeros (774, 15001, 15015, 15017, 15030, 15606 y 15707) de la compañía SEMILLAS GENEX DEL NOROESTE S. A. DE C. V., los cuales se compararon con el testigo 768, también de la misma compañía semillera.

Las labores realizadas al suelo fueron barbecho y rastreo doble. El método de siembra fue en seco, en surcos separados a 80 cm. La siembra se llevó a cabo el 29 de octubre de 2015, con una densidad de siembra de 10 semillas por metro lineal. El 11 de noviembre de 2015 se resembraron dos híbridos: 15015 y 15017, ya que la germinación fue baja (60%). La fertilización fue en presiembra con una dosis de 287-52-00, incorporándose con un pase de rastra.

Se aplicaron siete riegos en planta, de los cuales cuatro fueron durante los meses de diciembre 2015 y enero 2016 para prevenir daños por temperaturas bajas (heladas). Se realizaron aplicaciones de insecticidas para controlar gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en etapa vegetativa de la planta, con Clorpirifos (0.75 L/Ha), Permetrina (0.40 L/Ha) y Novaluron (0.100 L/Ha).

La evaluación se planeó bajo un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones. La parcela experimental fue de 4 surcos de 5 m de longitud. La parcela útil consistió de los dos surcos centrales, en 4 m, eliminando 0.5 m en las cabeceras de la parcela experimental. Las variables evaluadas fueron: Rendimiento total de forraje seco, rendimiento total de forraje fresco, rendimiento de elote, proporción del elote, número de elotes por hectárea, densidad de población final y altura de la planta.

A los datos del rendimiento de forraje fresco, rendimiento total forraje seco, rendimiento de elote y número de elotes, se les realizó un análisis de varianza, con una probabilidad de error de 5 %, para detectar diferencias estadísticas entre híbridos y un análisis de comparación de medias con la Prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS, p= 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presentan los resultados de las variables evaluadas durante el ciclo otoño-invierno 2015-16, de los siete híbridos comerciales de maíz con fines forrajeros. De acuerdo con el análisis de varianza, en Rendimiento de Forraje Seco se encontraron diferencias estadísticas significativas entre el testigo 768 y el resto de los híbridos evaluados; el promedio fue de 17,357 kg/ha y la DMS de 3,818 kg/ha. El mayor Rendimiento de forraje seco se registró con el testigo 768 (2,0915 kg/ha), sin embargo no difirió estadísticamente con los híbridos 15606, 15707, 774, 15001 y 15030.

En rendimiento de forraje fresco se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los genotipos evaluados. El híbrido 774, con un rendimiento de 85,519 kg/ha fue estadísticamente

igual que el testigo 768, 15606, 15707 y 15001, cuyo rendimiento fluctuó de 80,433 a 74,195 kg/ha. El promedio de los ocho híbridos fue de 70,630 kg/ha y la DMS de 15,512 kg/ha.

Los rendimientos obtenidos superan a lo reportado por Cota *et al.* (2009), quienes evaluaron 11 híbridos comerciales de maíz para grano y forraje, en surcos angostos separados a 50 cm, en comparación con el surco tradicional (80 cm). El rendimiento promedio de forraje verde de los híbridos sembrados fue de 63 ton/ha, con 82,000 plantas/ha y el híbrido con mayor rendimiento fue el 30P49.

Consecutivamente, Ortega *et al*., (2010) realizaron una evaluación de 11 híbridos comerciales blancos y amarillos en surcos a 80 cm, en el ciclo otoño invierno 2009-2010. Los híbridos con menor días al 50% de floración masculina y femenina fueron P30P49, GARST 8233 W y P31G98, con 83 días a floración masculina y 85 días a femenina. El híbrido con más rendimiento de forraje verde fue el P30P49, con 65 ton/ ha, con una población de 59,000 plantas/ha.

El hibrido 774 tuvo el mayor Rendimiento de Elote, con 30,489 kg/ha, aunque no difirió estadísticamente con el testigo 768, 15606, 15001 y 15015. El promedio fue de 26,251 kg/ha y la DMS de 5,475 kg/ha.

El testigo 768 tuvo el mayor número de elotes por hectárea, con 136,284, seguido por 15606 y 774, cuyo diferencial no fue estadísticamente significativo con 123,398 y 119,102 elotes/ha.

El porcentaje de elote fresco promedio fue de 37%, siendo el híbrido 15030 el de más alto peso, con un 40%. Los materiales 15015 y 15017 arrojaron los más altos valores en porcentaje de elote (41 y 43%, respectivamente) debido a que tuvieron baja población de plantas, por fallas en la nacencia, en comparación con el resto de los híbridos, aun cuando se resembraron estos dos materiales.

La mayor altura de la planta se registró con el hibrido 15707 (2.39 m), seguido por los híbridos 768 y 15606 con 2.30 m.

Híbridos	Rendimiento de forraje total (kg/ha)				Rendimiento de elote kg/ha		% de elote	N° de elotes ha		Altura de planta (m)	Densidad población (Plantas/ Ha)
	Seco		Fresco								
768 (TESTIGO)	20915	a	80433	ab	28897	ab	35	136284	a	2.34	110902
15606	19900	ab	76538	abc	25773	ab	33	123398	ab	2.34	122617
15707	19290	abc	74195	abc	24992	bc	33	116369	b	2.39	111293
774	18814	abc	85519	a	30489	a	35	119102	ab	2.24	117541
15001	18181	abc	75757	abc	27725	ab	36	110504	b	2.15	114417
15030	16143	abc	62089	c	24882	bc	40	114024	b	2.03	117931
15015	15651	c	65213	bc	27335	ab	41	110511	b	1.86	88644
15017	9965	d	45298	d	19915	c	43	74976	c	1.58	65214
Promedio	17357		70630		26251		37	113146		2.11	106070
DMS, p=0.05	3818		15512		5475		-	17473		-	-
C.V.%	15.1		15.1		14.3		-	10.6		-	-

Cuadro 1. Rendimiento de forraje y características agronómicas de híbridos comerciales de maíz con fines forrajeros. Ciclo Otoño-invierno 2015-2016

CONCLUSIONES

- Los híbridos con mejor rendimiento de forraje seco y fresco fueron el testigo 768, 15606, 15707, 774, 15001.
- Un comportamiento similar se observó en el rendimiento de elote, en donde los híbridos sobresalientes fueron el 768 (testigo), 15606, 774 y 15001.
- Dentro de los mejores híbridos en rendimiento de forraje seco y fresco la mejor proporción de elote se registró con el híbrido 15030, seguido por 15001, mientras que en los híbridos 15707, 768 (testigo) se observó un mayor porte de la planta.
- El promedio de los mejores híbridos en contenido de materia seca y el tamaño de elote fue de 24 % y 34 cm, respectivamente.
- La densidad de población promedio de los híbridos sobresalientes fue de 106,070 plantas/ha, cuya variable está correlacionada positivamente con el rendimiento de forraje fresco y seco.
- Los híbridos 15606, 15707, 774 y 15001 son competitivos con el testigo 768, para fines forrajeros en la región sur de Sonora, México.

BIBLIOGRAFÍA

Cota, A. O., A. Ortega. C y M. de J. Guerrero H. 2009. Producción de forraje y grano de maíz en surco angosto. Día del Agricultor 2009. Publicación especial Nº16. Campo Experimental Norman E. Borlaug-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora.

Núñez, H. G., Contreras, R. F., Gómez, M. D. R. T., & Gómez, A. Z. (2012). Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 39 (2).

Núñez, H. G., F. Contreras y R. Faz. 2003. Características agronómicas y químicos importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. México. Téc. Pec. 40(1): 41-48.

Núñez, H. G., F. Contreras., R. Faz y R. Herrera y Saldaña. 1998. Producción de maíz para ensilaje de alto valor energético y su impacto en la producción de leche. Memoria de la IV Conferencias Internacionales sobre Nutrición y Manejo. Grupo LALA. 32-14.

Ortega, C. A., O. Cota A. y M. de J. Guerrero H. 2010. Evaluación de 11 híbridos comerciales de maíz con fines forrajeros en el Valle del Yaqui, Sonora. Informe Técnico. Ciclo Otoño-Invierno 2009-2010. Archivo Técnico. Campo Experimental Norman E. Borlaug-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora.

Ortega, C. A., O. Cota A. y M. de J. Guerrero H. 2005. Día del Agricultor 2005. Publicación especial Nº12. Campo Experimental Norman E. Borlaug-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora.

SIAP. 2016. Cierre de la producción agrícola por cultivo www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/. Consulta del 30 de Junio de 2016.

Tucuch-Cauich, C. A., Rodríguez-Herrera, S. A., Reyes-Valdés, M. H., Pat-Fernández, J. M., Tucuch-Cauich, F. M., & Córdova-Orellana, H. S. (2011). Índices de selección para producción de maíz forrajero. Agronomía Mesoamericana, 22(1), 123-132.

VARIEDADES DE CÁRTAMO PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN LA REGIÓN CENTRO SUR DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.

Gamaliel Orozco Hernández[1], David G. Reta Sánchez[2], Francisco Báez Iracheta[1] y Paulina Nava Ruíz[1].

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, [1]Campo Experimental Delicias Km. 2 carretera Delicias-Rosales Delicias, Chih. C.P. 33000 y [2]Campo Experimental La Laguna. orozco.gamaliel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente el cártamo *Carthamus tinctorius* L., se utiliza para la producción de aceite, sin embargo también puede ser utilizado como forraje, heno o ensilado. Es un cultivo que puede proporcionar un forraje de alta calidad con rendimientos de materia seca aceptables. La planta de cártamo es una excelente planta forrajera, es palatable y su valor alimenticio y rendimiento son similares a los cereales o la alfalfa (Corleto *et al.*, 2008). El heno de cártamo contiene de un ocho a 10 por ciento de proteína cruda con niveles de fibra aceptables; el rastrojo es muy aceptado por el ganado vacuno, ovejas y cabras, también es bueno para el pastoreo durante la etapa más temprana por su rápido rebrote. La ingesta de forraje verde de cártamo, cortado a una altura de 30 cm, ha superado los requisitos de mantenimiento de energía y proteína en ovejas (Stanford *et al.,* 2001).

Debido a la escasez de agua y la presencia de sequias en el Norte de México es necesario investigar que cultivos forrajeros son resistentes a la sequía. El cultivo de cártamo como cultivo forrajero se constituye en una alternativa viable, ya que cuenta con una raíz principal profunda que puede extraer la humedad desde lo más profundo en el subsuelo; tiene el atributo xerofítico de contar con espinas, por eso su buena tolerancia a la sequía y al calor. Además puede acceder y utilizar los nutrientes de debajo de la zona de las raíces de otros cultivos como los cereales. Existen trabajos que revelan rendimientos satisfactorios y calidad del cártamo para crecer bajo condiciones de bajo suministro de agua. También el cártamo es una oleaginosa conocida por su alta tolerancia a la salinidad (Dajue y Mündel 1996; Landau *et al.,* 2005; Danieli *et al.,* 2011).

En el diseño de los diversos sistemas de cultivo, el cártamo puede desempeñar el papel de un captador de agua, y por lo tanto, un captador de nitrógeno. Si las condiciones indican la disponibilidad relativa de agua del subsuelo, el cártamo es un cultivo que puede explotar este recurso hídrico, mientras que los cultivos con raíces más superficiales tienen menor capacidad de aprovechamiento del agua del subsuelo y del nitrógeno.

Por lo anteriormente citado, se planteó como objetivo de este trabajo determinar el potencial forrajero de 15 genotipos de cártamo en periodos del año con menor demanda ambiental de agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta evaluación se estableció en el Campo Experimental Delicias en el sitio experimental de Lázaro Cárdenas del Centro de Investigación Regional Norte Centro durante ciclo el ciclo O-I 2012-2013, ubicado a 28° 39' 73´´LN y 105° 51' 29´´LO, a una altitud de 1166 msnm.

El tipo de suelo donde se realizó el trabajo es franco arcillo arenoso con un pH de 8.74 y un porciento de materia orgánica de 0.744.

El experimento se estableció el 20 de diciembre con los siguientes genotipos: 1. GILA 401 (testigo); 2. TANTOAN 91 (testigo); 3. CC-1582; 4. CC-1469; 5. RC-1033; 6. CC-1577; 7. S-334; 8. CC-1423; 9. CIANO-OL; 10. CIANO-LIN; 11. RC-1002-L; 12. RC-1005-L; 13. S-518; 14. PROMESA y 15. GUAYALEJO.

La siembra se realizó en seco, con una densidad de siembra de 15 kg ha^{-1}. Se aplicó una fertilización química en dosis total de 250 kg de N ha^{-1} y 80 kg P_2O_5 ha^{-1}. A la siembra se aplicó todo el fósforo utilizando como fuente MAP (11-52-00), y se aplicaron 75 kg de N usando como fuente Urea granulada, la dosis de N se completó en el primer y segundo riego de auxilio, aplicando en cada uno 87.5 kg N ha^{-1}. Se aplicó el riego de siembra, no hubo necesidad del sobre riego ya que llovieron 31.8 mm el tres de enero, se aplicaron cuatro riegos de auxilio.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales consistieron en once surcos a 0.20 m y de 6 m de longitud. La parcela útil es de cuatro surcos de 4 m de longitud en la parte central de la parcela. La cosecha se realizó al inicio de floración del cártamo. Se determinó el rendimiento de materia verde (MV), rendimiento de materia seca (MS), la distribución de la MS a los órganos del vástago, índice de área foliar (IAF), altura de planta y el contenido de proteína de las variedades evaluadas. Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS (SAS Inst., 1989)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico nos indica que no hubo diferencias significativas entre variedades en cada uno de los parámetros evaluados, únicamente el IAF tuvo diferencias altamente significativas. Las variedades testigo Gila y Tantoan 91 tuvieron rendimientos de MS de 9.00 y

7.96 t ha^{-1} (Cuadro 1). Los más altos rendimientos de MS los tuvo la variedad comercial S 334 con 9.91 t ha^{-1}, esta variedad supera en un 10% en rendimiento a la variedad testigo Gila. Las variedades CC 1489, Guayalejo y CC 1582 también superan al mejor testigo (Gila) con rendimientos de MS de 9.34, 9.21 y 9.07 T ha^{-1}.

Cuadro 1. Rendimiento forrajero y características agronómicas de genotipos de cártamo evaluados en Cárdenas, Chih., durante el ciclo O-I 2012-2013.

VARIEDAD	ALT PL (cm)	IAF	% MS	Proteína gr Kg^{-1}	RDTO MV T HA^{-1}	RDTO PROT. KG HA^{-1}	RDTO MS T HA^{-1}
S-334	90.75	6.14 abc	20.91 ab	97.6	48.10	970	9.91
CC-1469	85.50	7.12 a*	21.70 ab	114.5	44.15	1067	9.34
GUAYALEJO	93.50	5.57 abc	22.10 ab	104.5	42.56	949	9.21
CC-1582	85.75	6.10 abc	21.20 ab	118.6	43.98	967	9.07
GILA (T)	85.25	5.64 abc	22.39 ab	107.0	40.32	942	9.00
CIANO-O	90.00	5.82 abc	21.59 ab	104.9	41.92	907	8.88
RC-1033	87.00	5.98 abc	19.92 b	101.8	44.10	955	8.75
S-518	85.50	6.38 ab	19.59 b	110.7	44.58	1046	8.57
CIANO-L	84.25	5.95 abc	21.62 ab	120.3	40.79	1003	8.45
RC-1002	74.75	4.41 c	28.59 a	103.9	29.18	845	8.12
TANTOAN 91	90.00	5.99 abc	21.75 ab	109.4	37.96	871	7.96
CC-1423	84.25	4.79 bc	23.83 ab	112.2	33.75	883	7.91
RC-1005	89.75	6.26 abc	19.77 b	109.0	40.46	861	7.90
PROMESA	84.25	5.51 abc	21.72 ab	110.9	36.25	793	7.70
CC-1577	90.50	5.52 abc	21.27 ab	102.3	36.63	852	7.70
C.V.	8.50	12.98	14.19	10.26	18.63	17.35	13.58
Prob > F	0.175	0.004	0.052	0.258	0.097	0.531	0.226

La media de rendimiento de MS fue de 8.56 T ha^{-1} y los más bajos rendimientos los tuvo Promesa y CC-1577 con 7.70 T ha^{-1}.

Considerando el contenido de proteína cruda, aunque no hubo diferencias significativas, entre los materiales existe una variación de 97.6 a 120.3 gr Kg^{-1} de PC; en el cuadro 1 se ve que la variedad con mayor rendimiento de MS (S-334) tiene el más bajo contenido de PC. Las variedades testigo como Gila y Tantoan 91 tuvieron concentraciones de 107.0 y 109.4 gr Kg^{-1}, superados por las variedades RC 1033, CC 1577, CC 1423, CC 1469, CIANO L y S 518; estas dos últimas variedades tuvieron los más altos contenidos de PC con 120.3 y 110.7 gr Kg^{-1} .

Al estimar el rendimiento de proteína por hectárea de cada una de las variedades sobresalen las variedades CC 1489, S 518 y CIANO L con rendimientos de 1067, 1046 y 1003 Kg ha^{-1}

respectivamente. S 518 y CIANO L tuvieron rendimientos de MS más bajos con 8.57 y 8.45 T ha^{-1} pero al tener mayor contenido de PC llegan a tener junto con CC 1489 los más altos rendimientos por hectárea de PC.

En 1994, Montana State University evaluó seis variedades de cártamo para forraje en temporales menores a 100 mm anuales con rendimientos de materia seca entre 3.47 a 6.16 T ha^{-1}, y con niveles de PC entre siete y 10 por ciento. Estos resultados indicaron que cártamo puede ser cosechado con propósitos forrajero con rendimientos de materia seca y calidad aceptables. También en el 2000 estudiaron los efectos de 3 fechas de siembra (Noviembre, Diciembre y principios de Febrero) en el rendimiento de MS y calidad de forraje de cártamo los cuales fueron cosechados simultáneamente a finales de Abril. El rendimiento de MS fue 22, 15 y 8 t ha^{-1} y porcentaje de PC fue 10.0, 11.4 y 14.6 respectivamente. Las plantas más jóvenes resultaron en menos rendimiento de MS pero un valor nutricional más alto.

El 2015 Reta *et al.* con estas mismas variedades tuvo rendimientos de MS de 4.5 a 7.2 T ha^{-1}, con contenidos de PC desde 162.3 a 188 gr Kg^{-1}; y los más altos rendimientos de PC lo tuvieron las variedad es S 518, Tantoan 91 y CC 1469 con 1247, 1217 y 1214 Kg ha^{-1} respectivamente.

En la región de Delicias los rendimientos de MS fueron superiores a los obtenidos por Reta *et al* en La Laguna, en Delicias S 334 tuvo 9.91 T ha^{-1} en comparación con los 7.16 T ha^{-1} de S 518 y Promesa en La Laguna, sin embargo Reta reporta contenidos de PC muy superiores a los encontrados en este estudio. En La Laguna S 518 tuvo concentraciones de PC de 188 gr Kg^{-1}, mientras que en Delicias también S 518 tuvo el mayor contenido pero con 120.3 gr Kg^{-1}.

Ya con los rendimientos de PC por hectárea los resultados coinciden entre La Laguna y la región de Delicias pues las mejores variedades fueron S 518 y CC 1469 con las más altas producciones de PC en las dos localidades.

CONCLUSIONES

1. El más alto rendimiento de MS lo tuvo la variedad comercial S 334 con 9.91 t ha^{-1}, las variedades CC 1489, Guayalejo y CC 1582 destacan también con rendimientos de MS de 9.34, 9.21 y 9.07 T ha^{-1}.
2. CIANO L y CC 1582 tienen los más altos contenidos de PC con 120.3 y 118.6 gr Kg^{-1}.
3. Por su mayor rendimiento de proteína por hectárea sobresalen las variedades CC 1489, S 518 y CIANO L con 1067, 1046 y 1003 Kg ha^{-1} respectivamente.

4. Considerando los resultados en Chihuahua y Comarca Lagunera las mejores variedades de cártamo para la producción de forraje son S 518 y CC 1469.

BIBLIOGRAFÍA

Corleto A.; Cazzato E.; Tufarelli V.; Dario V. y Laudadio M. 2008. The effect of harvest date on the yield and forage quality of ensiling safflower biomass. En: 7th International Safflower Conference. Wagga Wagga Australia.

Dague L. y Mundel H., H. 1996. Safflower *Carthamus tinctorius* L. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) p. 25-33.

Danieli P., P.; Primi R.; Ronchi B.; Ruggeri R.; Rossini F.; Del Puglia S. y Cereti C., F. 2011. The potential role of spineless safflower (Carthamus tinctorius L. var. inermis) as fodder crop in central Italy. Italian Journal of Agronomy, Vol. 6: e4, p. 19-22.

Landau S.; Friedman S.; Brenner S.; Bruckental I.; Weinberg Z., G. ; Ashbell G.; Hon Y.; Duash L. y Leshem Y. 2004. The value of safflower (Carthamus tinctorius L.) hay and silage grown under Mediterranean conditions as forage for dairy cattle. Livestock Production Science 88, p. 263-271.

Montana State University. Communications Services. 1998. Safflower a good alternative forage in Montana and the Dakotas.

Reta S. D., G.; Serrato C. S., J.; Gaytán M. A.; Quiroga G. H., M.; Orozco H. G. y Payán G. J., A. 2015. Potencial forrajero de variedades comerciales y genotipos élite de Cártamo en la Comarca Lagunera. Agrofaz Vol. 15 Núm. 1 p. 27-38.

SAS Institute (1989) SAS user's guide. Statistics, version 6.0. 4th. Ed. Cary, NC.

Stanford K.; Wallins G., L.; Lees B. M. y Mungel H.H.2001. Inmature safflower forage as a feed for Ewes. En: Proceedings Vth International Safflower Conference 2001. USA Williston North Dakota, Sidney Montana.

COLECTA Y EVALUACIÓN DE MATERIALES CRIOLLOS DE CHICOZAPOTE *Manilkara zapota* (L) P. Royen, EN EL ESTADO DE YUCATÁN.

Juan Jasso Argumedo

INIFAP-CIRSE-Campo Experimental Mocochá. Jasso.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El chicozapote cuyo nombre deriva del Nahuatl (tzicozapotl) tiene su centro de origen según diversos autores desde México hasta Costa Rica (León, 1987), en el sur de México, Guatemala y Honduras (Geilfus, 1994), de Mesoamérica (Azurdia, 1995; Cavalcante, 1991).

El chicozapote es un frutal con amplio potencial comercial, sin embargo, también es altamente perecedero, susceptible a daños mecánicos y al ataque de patógenos durante la postcosecha (López *et al.,* 2011). La producción comercial de este frutal en México es muy baja (16,740 toneladas, en 2,465 ha, durante el año 2014); sin embargo, representa un enorme potencial económico en el mercado regional, nacional e internacional que requiere ser aprovechado mediante la identificación de materiales sobresalientes, establecimiento de programas de desarrollo de germoplasma y mejoramiento para la producción, caracterización fisiológica, postcosecha, calidad de fruto; y la investigación e innovación de nuevos productos con valor agregado.

Se ha generado una drástica reducción de la diversidad genética de especies frutales nativas, como el chicozapote, a causa de la alteración de ecosistemas naturales y la falta de esfuerzos sustanciales y sistemáticos de rescate y aprovechamiento de estos valiosos recursos genéticos (Díaz-Pérez *et al*., 2001). Estudios tendientes a la caracterización de esta variabilidad genética han sido realizados por González-Hernández et al. (2012) los cuales caracterizaron 20 colectas de *M. zapota* provenientes de diferentes zonas fisiográficas del estado de Veracruz con marcadores de Microsatélites SSR (simple sequence repeats). Gazel (2002) realizó la caracterización de la colección de chicozapote del CATIE en Costa Rica, para lo cual realizó la medición de 31 características cuantitativas y 18 cualitativas, en las que encontró que solo seis características cuantitativas fueron altamente significativas (diámetro del fruto, rendimiento de fruta, ancho de las hojas, acidez, glucosa y contenido de pulpa) mientras que en los caracteres cualitativos solo la forma del fruto mostró diferencia entre las 18 evaluadas. Thompson *et al*., 2015, estudio la diversidad genética en tres poblaciones de *M. zapota* (Selva, Huerto familiar y cultivo) con marcadores de Microsatélites SSR (simple sequence repeats), en las que observó

mayores niveles de variación genética en el bosque tropical (0.447), que en los huertos familiares (0.430) y que en las variedades cultivadas (0.351).

Benavides-González (2001) en una prospección y posterior caracterización *in situ* de 5 especies de Sapotáceas en Nicaragua, encontró amplia diversidad genética en estas especies y con un gran potencial comercial. La variación encontrada en chicozapote fue en forma del fruto de (redonda, alargada a Ovalada), el sabor de la pulpa varió de insípido, astringente a dulce y muy dulce; la textura de la pulpa resulto blanda, espera, arenosa y fibrosa; el color de la cáscara fue de café claro, a café crema; en tanto que la jugosidad de la pulpa fue de semiseca a jugosa; el color de la pulpa varió de café barniz a café, café crema a rosado claro; el peso del fruto varió de 11.0 a 339.0 gramos con una media de 43.9; la longitud del fruto varió de 4.0 a 13.1 cm con una media de 6.77; el diámetro del fruto varió de 3.6 a 10.3 gramos con una media de 5.9; el peso de la semilla varió de 0.4 a 9.0 gramos con una media de 1.02; el número de semillas por fruto varió de 1-0 a 11.0 con una media de 3.79 semillas por fruto.

En Guatemala, un análisis de la variación morfológica a nivel de fruto, semilla y tallo, mostró que para las 110 muestras estudiadas a nivel nacional, el peso del fruto, el diámetro del tallo y la altura del tallo fueron los caracteres más variables, mientras que diámetro de la semilla resultó el menos variable (Azurdia et al 1997a, Azurdia, Martínez y Ayala 1997, Azurdia, Martínez y Ayala 1995).

Athmaselvi *et al*., 2014, determinaron las propiedades físicas y bioquímicas de tres frutales tropicales entre ellos el chicozapote, el cual resultó ser el más dulce que la guayaba y la papaya.

En diferentes países existen algunas colecciones de materiales de Chicozapote como en el CATIE en Costa Rica (Gazel, 2002), otra colección con 13 materiales en el estado de la Florida (USA), provenientes de Hawái, Indonesia, USA, Filipinas, Tailandia y México (Balerdi *et al*., 2013);

Campbell *et al*., 2010, reportan una colección de materiales de *Pouteria spp*., *Manilkara zapota* y *Chrysophyllium cainito* en el Jardín Botánico Tropical Fairchild localizado en Coral Gables, Fla. USA; integrada por accesiones de América y Asia Tropical, de la cual indican la presencia

de accesiones de Tailandia que poseen hábitos de crecimiento y productividad superiores a las colectas provenientes de América Tropical.

Ayala-Silva y Schnell 2010; reportan la existencia de 10 accesiones de chicozapote y 40 de mamey en el Repositorio Nacional de Germoplasma de especies Tropicales y Subtropicales ubicado en Miami Fla. USA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta actividad se llevó a cabo mediante recorridos por huertas comerciales con cultivos intercalados de frutales de chicozapote y por huertos familiares o de traspatio. La metodología de búsqueda de materiales se ajustó de acuerdo a las características de cada tipo de huertas. El objetivo de esta actividad fue detectar nuevos materiales con atributos para utilizarse como variedades comerciales y detectar, caracterizar y resguardar la mayor variabilidad genética de estas especies para resolver mediante mejoramiento genético los problemas presentes y futuros de estas dos especies frutícolas.

Exploración. Se realizaron recorridos por las áreas comerciales de cítricos intercalados con frutales en el sur del estado de Yucatán y por huertos familiares de todo el estado. El criterio para la selección del material a colectar fue la forma del fruto; los materiales con formas y tamaños diferentes fueron colectados en números de 10 a 20 frutos y llevados al laboratorio del Campo Experimental, se dejaron madurar y se llevó a cabo la medición de los parámetros a evaluar.

Ubicación. Durante el recorrido por las huertas los árboles seleccionados para evaluación se marcaron con pintura en el tronco, para su posterior ubicación rápida en caso de que del árbol evaluado se requiera obtener muestras adicionales o caracterización de otras variables, o en caso de ser seleccionado para colectar el material vegetal y propagar en el banco de Germoplasma.

Colecta de frutos. Para verificar el estado de madurez del fruto se realizó una muesca de la superficie externa de la cáscara (epicarpio) y se observó que hubieran cambiado de una coloración verde a naranja rojiza. Los frutos cosechados se envolvieron en papel y se almacenaron en el laboratorio por un lapso de tiempo suficiente hasta alcanzar el punto adecuado de madurez.

Caracterización morfológica de frutos. **Fruto**: peso, longitud, diámetro, diámetro de pulpa, diámetro de la cáscara, peso de la cáscara, porcentaje de pulpa, forma, sabor, Aroma, Textura de la pulpa, Color de la pulpa, Sólidos Solubles Totales. **Semillas**: Número de semillas por fruto y el peso. Las variables de peso se midieron con una báscula digital con precisión de 0.5 gramos, las variables de longitud y grosor se midieron con un vernier digital, los SST con un refractómetro manual de 0-32 ^{o}Brix.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso del fruto presentó una variación de 59.0 a 394.0 entre los materiales con menor y mayor peso del fruto (cuadro 1). La media de todos los materiales evaluados fue de 196.5 gramos, mayor a la media reportada para esta especie en otras regiones y bancos de germoplasma en el mundo Azurdia et al (1997a); Azurdia, Martínez y Ayala (1997), Azurdia, Martínez y Ayala (1995), Gazel (2002) y Alves et al (2000).

La longitud del fruto presentó una variación de 3.7 a 11.9 cm con una media de 7.9, la cual es mayor a la encontrada por Azurdia et al (1997a); Azurdia, Martínez y Ayala (1997), Azurdia, Martínez y Ayala (1995), Gazel (2002) y Alves et al (2000); lo mismo ocurre con la media general de la anchura del fruto la cual tuvo una variación de 4.9 a 8.4 cm.

Cuadro 1. Variación morfológica en frutos de chicozapote en 100 materiales evaluados.

Parámetros	Unidad de medida	Rango de variación	Frecuencia más alta	% de materiales en la frecuencia más alta	Media poblacional
Peso del fruto	(g)	59.0-394.0	101-300	84.0	196.5
Longitud del fruto	(cm)	3.7-11.7	6.0-9.0	80.0	7.9
Anchura del fruto	(cm)	4.9-8.4	5.0-7.0	96.0	6.5
Semillas por fruto	(No.)	0.29-8.00	1.0-2.0	72.0	5.5
Peso de semillas	(g)	0.3-1.2	0.7-0.9	73.0	0.85
SST	(%)	17.6-23.8	20.0-21.0	52.0	20.8
Contenido de pulpa	(%)	60.6-82.5	75-80	50.0	75.5
Sabor^{z}		B-MB	MB	86.0	MB
Aroma^{z}		CA	CA	CA	CA

^{z} Parámetros evaluados en forma cualitativa.

El número de semillas por fruto varió desde algunos materiales con muy pocas semillas (0.29) hasta materiales con un promedio de 8.0 semillas por fruto, con una media general de 5.5,

valores superiores a los encontrados por Azurdia et al (1997a); Azurdia, Martínez y Ayala (1997), Azurdia, Martínez y Ayala (1995) y Gazel (2002); en tanto que el peso de las semillas varió de 0.3 a 1.2 gramos, con una media de 0.85 gramos por semilla, menor a los 2.0, 2.77, 1.75 hasta los 4.0 reportados por Azurdia et al (1997a); Azurdia, Martínez y Ayala (1997), Azurdia, Martínez y Ayala (1995) y Gazel (2002); respectivamente.

El contenido de Solidos Solubles Totales (SST) presentó una variación de 17.6 a 23.8, con una media general de 20.8, la cual es menor que la reportada por Alves (2000), la cual fue de 25.98.

El contenido de pulpa fluctúo entre 60.6 y 82.5, con un promedio de 75.5, valores que resultan inferiores a los reportados por Alves (2000) y Gazel (2002).

La casi totalidad de los materiales tuvieron un sabor de bueno a muy bueno y todos con un aroma típico de esta especie frutal.

CONCLUSIONES

Se encontró amplia variabilidad genética en algunas características del fruto como son el peso del fruto, el contenido de SST, el número de semillas por fruto y el peso de la semilla.

Se detectaron algunos materiales con las características de fruto suficientes para ser utilizados como variedades en su cultivo a nivel comercial.

BIBLIOGRAFÍA

Alves, R. E., H. C. F. Almeida, C. F. Herbster. 2000. 15. Sapoti (*Manilkara Achras* (Mill.) Fosberg. In: Alves, R. E.; Filguieras, H. A. C.; Moura, C. F. H. Org. Caractericao de frutas nativas de América Latina. Jaboticabal: UNESP/SBF.

Athmaselvi, K. A., P. Jenney, C. Pavithra and I. Roy. 2014. Physical and biochemical properties of selected tropical fruits. Int. Agrophys. 28: 383-388.

Ayala-Silva, T. and R. Schnell. 2010. The tropical and subtropical germoplasm collections at the National Germoplasm Repository in Miami, Florida. Journal of the American Pomological Society 64(1): 28-37.

Azurdia, C.; Martínez, E.; Ayala, H.1995. El chicozapote (*Manilkara zapota*) y el caimito (*Chrysophyllum cainito*) de Petén, Guatemala. Boletín de Recursos Fitogenéticos, Guatemala, n.5, p.5-6.

Azurdia, C.; E. Martínez y H. Ayala. 1997. Algunas Sapotáceas de El Petén, Guatemala. Ciencia y Tecnología (USAC, Guatemala) (2) 1:57-67.

Azurdia, C.; E. Martínez; H. Ayala; V. Martínez. 1997a. Sapotáceas del sur occidente de Guatemala. Ciencia y Tecnología (USAC, Guatemala) (2) 1:35-55.

Balerdi, C. F., J. H. Crane and I. Maguire. 2013. Sapodilla growing in the Florida home landscape. Horticultural Sciences Department Fact Sheet HS-1. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Available: http://edis.ifas.ufl.edu/MG057.

Campbell RJ, Ledesma N, Zill G, Herrera JC, Leon J (2010) Collecting Pouterias (*Pouteria spp*), Sapodilla (*Manilkara zapota*) and Caimito (*Chrysophyllum cainito*) for the creation of new markets. J Am Pomol Soc 64:24–27

Cavalcante, P.B.1991. Frutas comestíveis da Amazônia. Belém: CNPQ/MPEG, 279 p.

Díaz-Pérez, J. C., A. Mejía, S. Bautista, R. Zavaleta, R. Villanueva y R. López-Gómez. 2001. Response of sapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn) fruit to hot water treatments. Postharvest Biology and Technology 22: 159-167.

Gazel, F. A. B. 2002. Caracterización de plantas de chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. Van Royen) de la colección del CATIE, mediante el uso del análisis multivariado. Revista Brasileira Fruticultura Jaboticabal 24: 727-730.

Geilfus, F. El árbol al servicio del agricultor: manual de agroferestería para el desarrollo rural. Turrialba, Costa Rica: CATIE: ENDA-CARIBE, 1994. 778p.

González-Hernández D., E. García-Pérez y P. Guntin-Marey. 2012. Caracterización genética de *Manilkara zapota* de Veracruz, México, con marcadores SSR. Agrociencia 46: 663-675.

León, J. 1987. Apocináceas, sapotáceas y ebenáceas. In: León, J. Botánica de los cultivos tropicales. San José, C.R.: IICA, p. 206-217.

López B. V., C. A. Villaseñor P. y A. Pérez L. 2011. Propiedades mecánicas y respuesta fisiológica de frutos de chicozapote bajo compresión axial. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 20(3): 73-80.

Thompson, K. M.; T. M. Culley; A. M. Zumberger and D. L. Lentz. 2015. Genetic variation and structure in the neotropical tree, *Manilkara zapota* (L) P. Royen (Sapotaceae) used by the ancient Maya. Tree Genetics & Genomes. 11:40.

RENDIMIENTO Y CARACTERÌSTICAS AGRONÓMICAS DE HÍBRIDOS DE MAÍZ DE GRANO AMARILLO Y BLANCO EN EL ESTADO DE GUANAJUATO.

Miguel A. Avila Perches[1]*, A. Josué Gámez Vázquez[1], Juan Virgen Vargas[2], J. José García Rodríguez[1] y F. 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.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz en México, es de fundamental importancia, por la superficie laborable que se le destina, la producción que se cosecha, el valor que representa en términos económicos y la demanda nacional que satisface, además es la base de la dieta del mexicano y una de las principales fuentes de calorías para la población rural. De esta especie, se cultivan anualmente cerca de 7.6 millones de ha, de las cuales, el 83 % se ubican en áreas de temporal y el resto se localiza en regiones con riego. En el país se obtiene un rendimiento promedio por ha de 3.4 t por lo que se producen alrededor de 24 millones de t. Las principales entidades para la producción de maíz blanco son Sinaloa, Jalisco, Michoacán y el Estado de México que participan con el 15, 14, 9 y 8 % respectivamente de la producción nacional (SIAP, 2016).

En México existe un mercado claramente definido para el maíz blanco y amarillo, sin embargo, el 90% de la producción es del primero y está destinado a la alimentación humana, el resto (10%) es maíz amarillo, que se utiliza en la actividad pecuaria y la industria de extracción de almidón y de elaboración de cereales y botanas (Reyes, 2009).

En el caso del maíz amarillo, en 2014 se cosecharon en México 411,70 ha y se produjeron alrededor de 2.4 millones de t de maíz amarillo respectivamente, no obstante el consumo es del orden de 10.5 millones de t, por lo cual existe un fuerte déficit cercano a 9 millones de t de este grano, que es cubierto con importaciones, que provienen principalmente de Estados Unidos, lo que ocasiona dependencia alimentaria y fuga de divisas cercana a los 2,200 millones de dólares anualmente. En este aspecto, cuatro estados aportan cerca del 90% de la producción nacional de maíz amarillo: Chihuahua, Jalisco, Tamaulipas y Chiapas con el 43, 18, 17 y 13 % respectivamente (SIAP, 2016).

En el estado de Guanajuato se cosechan alrededor de 376,000 ha de maíz, de estas el 78 % se establecen en temporal y el resto en riego. Se producen cerca de 1.5 millones de toneladas de grano, por lo que ocupa el quinto lugar en importancia en nuestro país. El rendimiento medio estatal por ha es de 3.8 t, siendo para temporal y riego de 2.3 y 8.8 t ha^{-1} respectivamente. En la entidad se siembran 1,674 ha y se cosechan cerca de 15,000 t de maíz

amarillo, no obstante, la demanda anual en El Bajío (Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Querétaro) supera las 4 millones de t (SIAP, 2016).

En Aguascalientes, Robles *et al*. (2007) evaluaron 13 híbridos de ciclo intermedio y 11 de ciclo precoz de maíz amarillo, detectaron que en los híbridos intermedios el rendimiento varió de 6.64 a 11.66 t ha^{-1}, siendo el híbrido DK-2020Y el de mayor producción, mientras que en los de ciclo precoz varió de 7.19 a 10.54 t ha^{-1}.

En la región norte de Tamaulipas, Cantú *et al*. (2010) al evaluar diversas fechas de siembra durante varios años concluyeron que los maíces amarillos son más productivos que los de grano blanco. En este aspecto Avila *et al*. (2013) señalan que en Guanajuato, existen híbridos de maíz amarillo que igualan o superan el rendimiento y características agronómicas de los genotipos de grano blanco.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha liberado híbridos de maíz de grano amarillo y blanco (Preciado y Terrón, 2001; Ramírez *et al*., 2010; Ramírez *et al*., 2014) para El Bajío, que son de características agronómicas sobresalientes, para la producción y distribución de la simiente de dichos genotipos, se podría impulsar la formación de microempresas nacionales con el propósito de abastecer de semilla a pequeños y medianos agricultores, a precios accesibles, en forma oportuna y con un producto de calidad (Virgen *et al*., 2016)

Por lo anterior, el objetivo del estudio fue cuantificar el rendimiento y comportamiento agronómico de 9 híbridos de maíz amarillo y 6 de grano blanco en dos localidades del estado de Guanajuato.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en dos localidades del estado de Guanajuato, durante el ciclo primavera-verano de 2014. En el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que se encuentra ubicado en la localidad de Roque, municipio de Celaya, Guanajuato, se localiza a 100°49' de longitud oeste y 20°35' de latitud norte, a una altitud de 1752 metros sobre el nivel del mar (msnm), en esta localidad el suelo es de tipo vertisol de textura franco arcilloso. Además en el Sitio Experimental Norte de Guanajuato (SENGUA) perteneciente al INIFAP que se encuentra localizado en la localidad de El Refugio, municipio de San Luis de la Paz, que se ubica a 100° 35' de longitud oeste y 21° 15' de latitud norte, a una altitud de 2005 msnm, en este ambiente el suelo es de tipo feozem de textura franco arenoso.

En ambas localidades se evaluaron 9 híbridos de maíz amarillo: H-378A, H-381A, H-382A, H-384A, H-385A, H-386A, DK2027Y, XR20A y NA30, además se incluyeron 6 híbridos de grano

blanco: H-316, H-317, H-374C, H-377, Puma y Ocelote. Los ensayos se establecieron en un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones, la parcela experimental fue de 4 surcos de 5 m de largo y 0.80 m entre surco, en tanto que se consideró como parcela útil, los 2 surcos centrales.

En el CEBAJ y SENGUA se sembró el 15 y 21 de mayo respectivamente, en ambas localidades se aplicaron riegos de acuerdo con la presencia de las lluvias y con las necesidades del cultivo, además se utilizó la fórmula de fertilización 200-60-00 de NPK para lo cual se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo en la siembra y el resto del nitrógeno se incorporó en la segunda escarda, el resto del manejo agronómico se realizó de acuerdo con las recomendaciones del INIFAP para la región.

Se determinaron las siguientes variables: rendimiento de grano (RG), altura de planta (AP), peso volumétrico (PV), número de hileras por mazorca (NHM), número de granos por hilera de la mazorca (NGHM) y número de granos por mazorca (NGM). Se realizó un análisis de varianza por localidad y un combinado de los dos ambientes, para lo cual se utilizó el programa SAS. Cuando las diferencias fueron significativas se empleo la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 0.05 de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (ANVA) combinado detectó diferencias significativas en la fuente de variación (FV) de genotipos en rendimiento de grano (RG), altura de planta (AP) y peso volumétrico (PV), mientras que fue altamente significativa la FV de localidades en RG y AP. Además el ANVA indicó diferencias no significativas en la FV localidad X genotipo. Es importante destacar que en la manifestación del RG y AP, fue más importante el factor ambiental, lo anterior debido a la mayor magnitud del valor de los cuadrados medios. Los coeficientes de variación para estas 3 características fue menor al 10 % lo cual es indicativo de la confiabilidad de los resultados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para rendimiento y características agronómicas de híbridos de maíz amarillo y blanco en dos localidades del estado de Guanajuato.

Fuente de Variación (FV)	Rendimiento de grano (RG)	Altura de planta (AP)	Peso volumétrico (PV)
Localidad (L)	361100356.10**	31.64**	11.58*
Genotipo (G)	6852453.80*	0.09*	12.35*
L X G	3376778.90NS[1]	0.01NS[1]	1.61NS
Coeficiente de Variación (%)	8.86	5.56	1.58

[1]NS: No significativo. * y ** Valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

Para características de mazorca, el ANVA detectó diferencias altamente significativas para localidades y genotipos en número de hileras por mazorca (NHM), número de granos por mazorca (NGM) y número de granos por hilera de mazorca (NGHM), esta última variable fue sólo significativa en la FV de G, además la interacción localidad X genotipo no fue significativa en estos caracteres. Los CV fueron menores al 10 % lo que denota la confiabilidad de los resultados obtenidos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para caracteres de mazorca de híbridos de maíz amarillo y blanco en dos localidades del estado de Guanajuato.

Fuente de Variación (FV)	Número de hileras por mazorca (NHM)	Número de granos por hilera de la mazorca (NGHM)	Número de granos por mazorca (NGM)
Localidad (L)	18.40**	365.40**	200469.80**
Genotipo (G)	18.02**	41.98*	25386.98**
L X G	1.81NS[1]	7.72NS[1]	5017.23NS[1]
Coeficiente de Variación (%)	5.45	6.46	7.82

[1]NS: No significativo. * y ** Valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

El RG fue mayor en el CEBAJ por más de 3 t ha^{-1} con respecto a lo obtenido en el SENGUA, es importante recordar que la mayoría de los genotipos evaluados fueron formados para la región de El Bajío, es decir zonas ubicadas en alturas intermedias de 1,200 a 1,800 metros sobre el nivel del mar (msnm), sin embargo el SENGUA se ubica a una altitud mayor a 2,000 msnm, lo cual quizás influyó en la adaptación de los materiales genéticos. Los híbridos que tuvieron el mayor RG fueron: H-381A, H-382A, Puma, H-377, H-316 y XR20A con un valor superior a 10.5 t ha-1. Los materiales genéticos fueron más altos en el CEBAJ por más de 1 m con respecto al SENGUA, los híbridos que presentaron el mayor porte fueron: H-386A, H-316, H-378A y Ocelote con un promedio superior a 2.10 m. Con respecto a PV del grano, los promedios obtenidos en el CEBAJ fueron superiores por 7.8 % con respecto al SENGUA, los genotipos con mayores valores fueron: H-381A, H-384A, H-317 y H-316 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento y características agronómicas de híbridos de maíz amarillo y blanco en dos localidades del estado de Guanajuato.

Factor de estudio	Rendimiento (t ha^{-1})	Altura de planta (m)	Peso volumétrico (kg hL^{-1})
Localidad			
CEBAJ	11.88	2.58	79.24
SENGUA	8.41	1.55	78.62
DMS*	0.32	0.04	0.45
Genotipo			
H-378A[1]	10.48	2.22	78.66
H-381A[1]	11.55	1.97	80.70
H-382A[1]	11.18	2.01	78.60
H-384A[1]	9.95	2.00	80.53
H-385A[1]	10.31	2.02	79.28
H-386A[1]	9.23	2.28	77.92
DK2027Y[2]	10.32	2.07	79.12
XR20A[2]	10.74	2.01	76.72
NA30[2]	8.90	2.04	78.44
H-316[3]	10.81	2.26	80.13
H-317[3]	9.04	1.96	80.32
H-374C[3]	8.77	2.09	79.13
H-377[3]	10.87	1.96	77.79
Puma[4]	10.96	1.99	76.90
Ocelote[4]	9.01	2.15	79.72
DMS*	1.80	0.14	1.72

[1]Híbrido de grano amarillo del INIFAP. [2]Híbrido de grano amarillo de empresa privada.
[3]Híbrido de grano blanco del INIFAP. [4]Híbrido de grano blanco de empresa privada.

Los valores en caracteres de mazorca fueron mayores en el CEBAJ con respecto al SENGUA, en número de hileras por mazorca (NHM) y granos por mazorca (NGM) sobresalió el híbrido de maíz amarillo H-382A con 19.22 y 700.60 respectivamente, además fue uno de los genotipos que se distinguió en rendimiento de grano (Cuadro 4).

Cuadro 4. Caracteres de mazorca de híbridos de maíz amarillo y blanco en dos localidades del estado de Guanajuato.

Factor de estudio	Número de hileras por mazorca (NHM)	Número de granos por hilera (NGH)	Número de granos por mazorca (NGM)
Localidad			
CEBAJ	15.58	37.18	579.34
SENGUA	14.80	33.69	497.59
DMS*	0.30	0.83	15.30
Genotipo			
H-378A[1]	13.96	39.66	554.52
H-381A[1]	15.05	37.48	563.85
H-382A[1]	19.22	36.45	700.60
H-384A[1]	16.53	30.57	504.80
H-385A[1]	16.37	33.85	555.28
H-386A[1]	13.38	33.85	452.30
DK2027Y[2]	16.31	33.35	543.50
XR20A[2]	14.18	36.76	522.97
NA30[2]	15.05	33.66	507.40
H-316[3]	15.27	36.35	556.15
H-317[3]	15.21	36.21	552.99
H-374C[3]	13.3	35.25	469.60
H-377[3]	15.12	36.95	561.36
Puma[4]	14.05	37.71	529.27
Ocelote[4]	14.87	33.55	502.51
DMS*	1.32	3.92	92.94

[1]Híbrido de grano amarillo del INIFAP. [2]Híbrido de grano amarillo de empresa privada.
[3]Híbrido de grano blanco del INIFAP. [4]Híbrido de grano blanco de empresa privada.

CONCLUSIONES

Los híbridos de maíz amarillo evaluados igualan y superan a los de grano blanco en rendimiento y características agronómicas. Además, los híbridos de maíz amarillo y blanco del INIFAP son una opción productiva para los agricultores de riego y punta de riego en el estado de Guanajuato.

BIBLIOGRAFÍA

Avila P., M. A.; J. R. A. Dorantes G.; A. J. Gámez V.; R. E. Hernández C.; M. Bobadilla M.; J. Virgen V.; y F. P. Gámez V. 2013. Comportamiento agronómico de ocho híbridos de maíz amarillo bajo diferentes fechas de siembra. Ciencia y Tecnol. Agrop. México 1(1): 20-25.

Cantú A., M. A.; C. A. Reyes M. y L. A. Rodríguez del B. 2010. La fecha de siembra: una alternativa para incrementar la producción de maíz. INIFAP. Folleto técnico No. 44. Río Bravo, Tamps., México.

Preciado O., R. E. y A. D. Terrón I. 2001. Comportamiento y adaptación de dos nuevos híbridos trilineales de maíz H-316 y H-317 para el Bajío. Rev. Fitotec. Mex. 24(2):235-239.

Reyes G., M.; J. R. Ojeda L.; A. Martínez R.; J. Almanza G. y M. G. Ochoa M. 2009. Situación actual y perspectivas del maíz. Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura (FIRA). Morelia, Michoacán, México.

Robles E., F. J.; F. González C. y A. Peña R. 2007. Evaluación de híbridos comerciales de maíz grano amarillo en Aguascalientes. Memoria de la Segunda Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. INIFAP. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.

Ramírez D., J. L.; M. Chuela B.; M. A. Vidal M.; H. L. Vallejo D.; R. Ramírez Z.; A. Peña R.; A. Ortega C.; H. Cordova O.; A. Morfín V.; N. O. Gómez M.; F. Caballero H.; M. Ramírez M.; M. G. Vázquez C.; J. A. Ruiz C.; J. Ron P.; J de J. Sánchez G.; y L. Soltero D. 2010. H-377, híbrido de maíz de grano blanco para riego y buen temporal para la zona Centro Occidente de México. INIFAP. Folleto Técnico No. 3. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

Ramírez D., J. L.; A. Ledesma M.; S. Ruiz R.; V. A. Vidal M.; R. Hernández V. y L. A. Nájera C. 2014. H-384A, híbrido simple modificado de maíz de grano amarillo para la zona Centro Occidente de México. INIFAP. Desplegable para productores No. 6. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2016. Consultado en: www.siap.gob.mx

Virgen V., J.; R. Zepeda B.; M. A. Avila P.; A. Espinosa C.; J. L. Arellano V. y A. J. Gámez V. 2016. Producción y calidad de semilla de maíz en Valles Altos de México. Agron. Mesoam. 27(1): 191-206.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE FRIJOL PINTO SALTILLO BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO

[1]Marco A. Inzunza Ibarra, [1]Ernesto A. Catalán Valencia, [1]Magdalena Villa Castorena, [2]Rutilo López López y Adan Adame Gallardo[1]

[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. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), km. 1 carretera Huimanguillo-Cárdenas, Huimanguillo, Tabasco. México. 86400. inzunza.marco@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Nuestro país es considerado como uno de los centros de origen de diversos tipos de frijol, siendo la especie más importante *Phaseolus vulgaris L. (*Aguilar-García *et al*., 2005). El cultivo del frijol se adapta a regiones tropicales y subtropicales semiáridas frescas, así como zonas subhúmedas. Se le encuentra desde los 0 a 2400 msnm. Requiere días cortos; los días largos tiende a demorar la floración y madurez; sin embargo algunas variedades pueden ser indiferentes a la duración del día. En general, los genotipos más tardíos y de habito de crecimiento indeterminado, son más sensibles al fotoperiodo que los de habito determinado o indeterminado de tipo mata o arbustivo (Kim *et al*., 2011) Para realizar una aproximación cuantitativa y entender el crecimiento y desarrollo de una planta o de una población de plantas es muy usado el análisis de crecimiento (Singh, 2014), a dicho análisis se recurre ampliamente para el estudio de los factores que influencian el desarrollo de la planta, a través del seguimiento de la acumulación de materia seca durante el tiempo. El análisis de crecimiento ha sido practicado de dos maneras distintas, la primera denominada análisis clásico, contempla medidas hechas a intervalos relativamente largos de tiempo usando un gran número de plantas; la segunda denominada análisis funcional, comprende medidas a intervalos de tiempo más frecuentes con un pequeño número de plantas y usa el método de regresión (Singh, 2014). El objetivo del presente trabajo fue realizar el análisis funcional de crecimiento del cultivo de frijol bajo distintos regímenes de humedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Gómez Palacio, Durango, entre las coordenadas 25° 31’ 57” LN y 103° 25’ 57” LO, a una altitud sobre el nivel del mar de 1139 metros. El clima es de tipo desértico, con escasa humedad atmosférica, precipitación anual de 250 milímetros anuales y temperatura media de 22 °C (García 1988). La textura del suelo es franco-arcillosa. El cultivo de frijol se estableció el 19 de junio del año 2015 a una densidad de población

aproximada de 111,108 plantas ha^{-1}, la variedad utilizada fue Pinto Saltillo. El diseño experimental fue bloques completos al azar con 4 repeticiones, los tratamientos evaluados fueron 7, que consistieron en someter al cultivo a diferentes contenidos de humedad en dos etapas del crecimiento, la primera, de siembra a floración y la segunda de floración a madurez fisiológica; los contenidos de humedad aprovechable consumida (HAC) fueron a 4 niveles 40%, 60%, 80% y 100%, estos fueron iguales para ambas etapas. Después de hacer la elección de los tratamientos por medio del diseño de tratamientos "San Cristóbal" se determinaron los siguientes: 1 = 40-40, 2 = 40-80, 3 = 60-60, 4 = 60-100, 5 = 80-40, 6 = 80-80 y 7=100-60. En el entendido de que el primer valor es la HAC en la primera etapa y el segundo valor, la HAC correspondiente a la segunda.

Se obtuvieron varios indicadores del crecimiento, los cuales se describen a continuación (Aguilar-García et al., 2005):

La tasa relativa de crecimiento se calculó según la ecuación 1.

$$\textbf{TRC}=\frac{LNW_2-LNW_1}{T_2-T_2}$$

Donde ***TRC*** es la tasa relativa de crecimiento en g $día^{-1}$; *LN* es logaritmo natural; $W_{1,\ 2}$ son los pesos en g al inicio y al final del intervalo; T_2 *y* T_1 son los días al inicio y al final del intervalo.

La tasa de asimilación neta se obtuvo de acuerdo a la ecuación 2.

$$TAN=\frac{(W_2-W_1)\ln Af_2-\ln Af_1}{(T_2-T_1)(AF_2-AF_1}$$

Dónde ***TAN*** es la tasa de asimilación neta en gramos cm^{-2} $día^{-1}$; *ln* es logaritmo natural; $Af_{1,\ 2}$ es el área foliar al inicio y final del intervalo de tiempo; $W_{1,\ 2}$ es el peso seco al inicio y final del intervalo de tiempo.

Se calculó el Índice de área foliar de acuerdo a la siguiente ecuación 3:

$$IAF=AFT/S$$

Dónde ***IAF*** es el Índices de área foliar (adimensional); *AFT* es el área foliar total y *S* es el área de suelo que ocupa la planta.

En cuanto a la relación de área foliar, fue calculada de acuerdo a la fórmula 4.

$$\boldsymbol{RAF = AF/PS}$$

Dónde ***RAF*** es la relación de área foliar en $cm^2\ g^{-1}$; *AF* es el área foliar en cm^2 y *PS* es el peso seco de la materia seca en *g*.

La tasa de crecimiento de cultivo se calculó de acuerdo a la ecuación 5.

$$\boldsymbol{TCC = \frac{1}{As} \times \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}}$$

Donde ***TCC*** es la tasa de crecimiento de cultivo en $g\ cm^{-2}\ día^{-1}$; As es el área de suelo ocupada por la planta en cm^2; $W_{1,\ 2}$ son los pesos en *g* al inicio y al final del intervalo; T_2 y T_1 son los días al inicio y al final del intervalo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La máxima relación del área foliar se dio en el día 28 del ciclo del cultivo, es decir que de la cantidad total de materia seca concentrada en la planta de frijol, la mayor medida se localizó en las hojas. La máxima relación de área foliar fue en el tratamiento 2, cuando la humedad aprovechable consumida del suelo se encontraba al 40% (Figura 1).

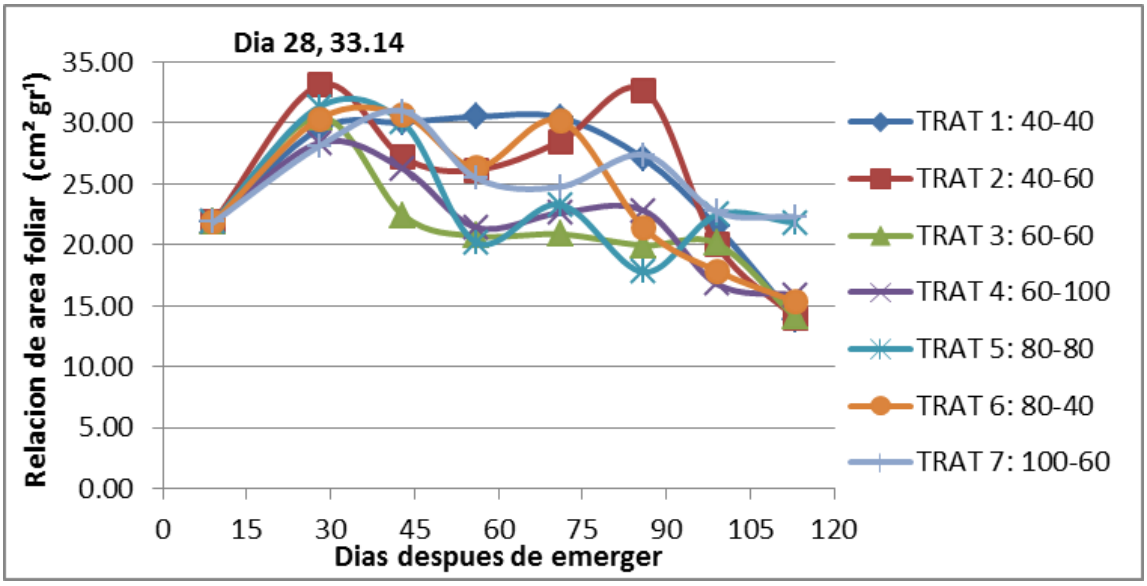


Figura 1. Relación del área foliar del cultivo de frijol

En cuanto al índice de área foliar, el mayor se presentó en el tratamiento 2, es decir, cuando el consumo de la humedad aprovechable del suelo fue del 60% cundo el cultivo se encontraba en la etapa de floración a madures fisiológica (Figura 2)

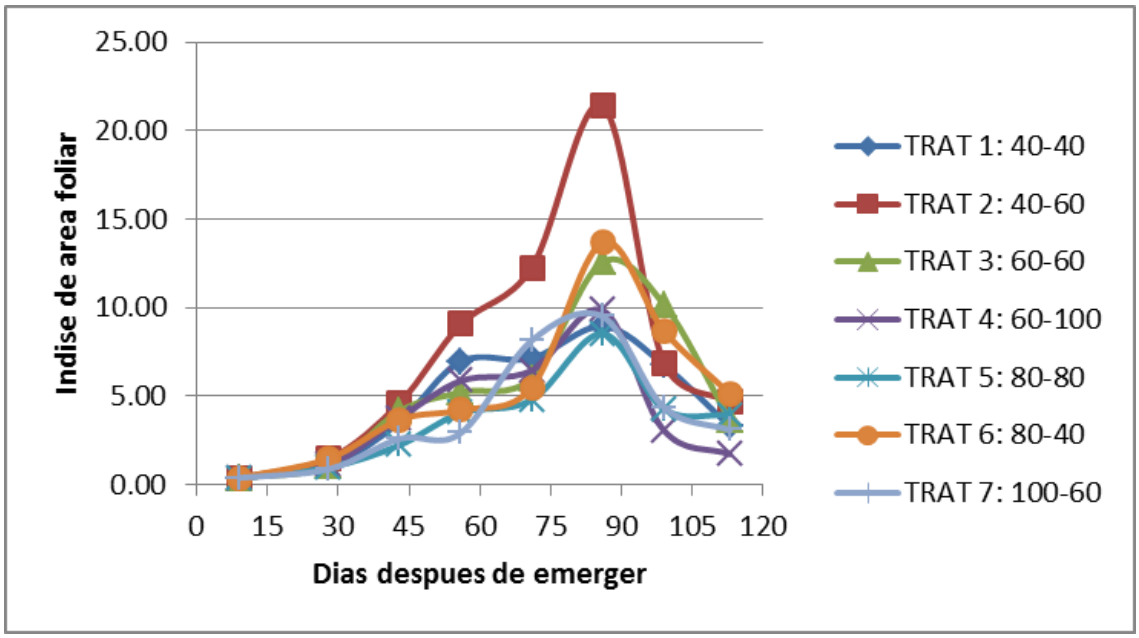


Figura 2. Índice de área foliar del cultivo de frijol.

La tasa de asimilación neta se muestra en a Figura 3, donde podemos observar que hacia el día 43, la mayoría de tratamientos presentan el contenido de materia seca más alto en relación al área foliar por día. En general, la tasa de asimilación neta puede verse como sobresaliente en el

tratamiento 7, cuando el consumo de humedad aprovechable fue en la etapa de emergencia a floración del 100%.

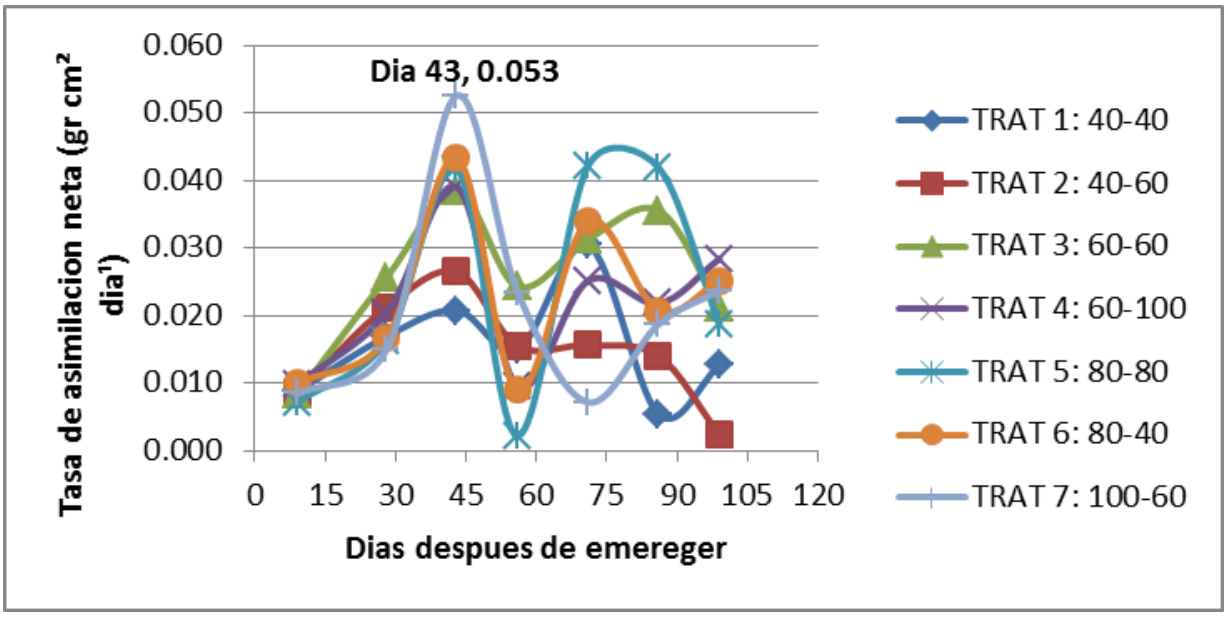


Figura 3. Tasa de asimilación neta del cultivo de frijol.

Referente a la tasa relativa de crecimiento, se observa que asi el dia 28 la mayoria de los tratamientos presentan un aumento de materia seca en el perido de siembra a floración, posteriormente se presenta una caída general a lo largo de todas observaciones de crecimiento realizadas no resalta ninguno de los tratamientos.

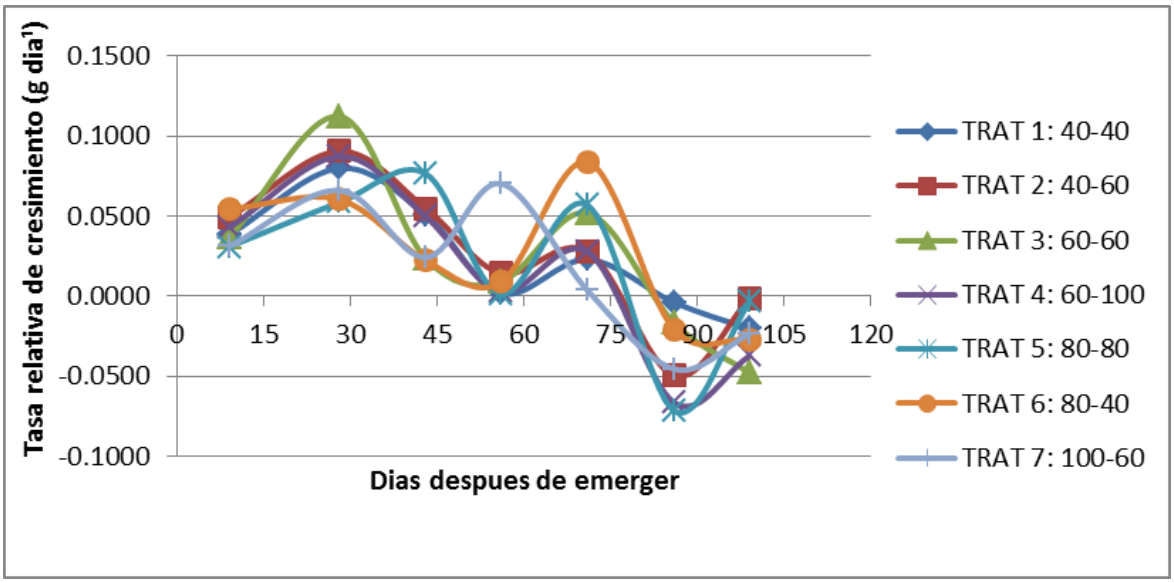


Figura 4. Tasa relativa de crecimiento del cultivo de frijol.

La tasa de crecimiento de cultivo, es decir, el aumento diario de peso seco total en relación a la porción de suelo ocupada se presentó de manera similar en todos los tratamientos aplicados, pues hacia el día 71 el frijol dispara su peso seco y hacia el día 86 disminuye. El tratamiento 6 presento un mayor crecimiento de materia seca cuando el riego se aplicó al 40% de humedad aprovechable consumida en la etapa de floración a madures fisiológica (Figura 5).

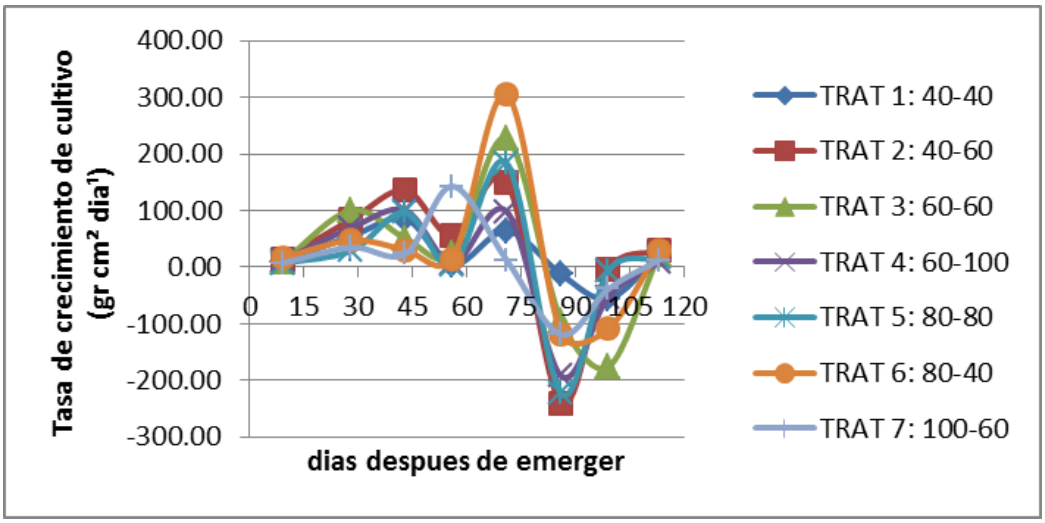


Figura 5. Tasa de crecimiento de cultivo frijol.

CONCLUSIONES

El área foliar aumenta en relación al peso seco de la planta en mayor medida cuando se aplica el riego en el momento en que se ha consumido el 40% de humedad aprovechable del suelo en la etapa de emergencia a floración.

El área foliar en relación a la porción del suelo ocupado es mayor al aplicar el riego cuando se ha consumido el 60% de humedad aprovechable del suelo, en la etapa de floración a madurez fisiológica.

Se presenta un aumento de materia seca en el periodo de siembra a floración cuando se ha consumido el 60% de humedad aprovechable.

El incremento en el peso seco de la planta de frijol con relación al área foliar aumenta en mayor medida cuando el riego se aplica al 100% de humedad aprovechable consumida en el suelo en la etapa de emergencia a floración.

El peso seco total de la planta de frijol se incrementa en relación al área ocupada en mayor medida cuando el riego se aplica en el momento en que el suelo se encuentra con el 40% de humedad aprovechable consumida en el periodo de floración a madurez fisiológica.

BIBLIOGRAFIA

Aguilar-García, L., Escalante-Estrada J. A., Fucikovsky L., Tijerina-Chávez y Mark Engleman E. 2005. Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. Terra Latinoamericana.23:303-310.

García, M. E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana). 4aed. Talleres Offset Larios. México, D. F. 220 p.

Kim, Y., Jabro, J.D., Evans, R.G., 2011. Wireless lysimeters for real-time online soil water monitoring. Irrig. Sci. 29:423–430.

Singh, A. 2014. Simulation–optimization modeling for conjunctive water use management. Agricultural Water Management.141:23-29.

RENDIMIENTO DE MAÍZ FORRAJERO CON ESTIERCOL BOVINO SOLARIZADO Y MICORRIZAS

Jesús Luna Anguiano[1*], José D. López Martínez[2], José D. López González[3], Victoria Jared Borroel García[1] y Mercedes Georgina Aragón Ramírez[1].

[1] Universidad Politécnica de Gómez Palacio. Carr. El Vergel-La Torreña km 0 820, Loc. El Vergel Gómez Palacio, Dgo., México. Tel. (871) 1 92 27 00.
[2] Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Gómez Palacio, Dgo., México.
[3] Universidad Tecnológica de la Laguna de Durango. Carr. Torreón-Cd. Juárez, Lerdo, Dgo. México.
*****Autor por correspondencia: jluna@upgop.edu.mx

INTRODUCCIÓN

En la parte centro norte de México, se encuentra la principal cuenca lechera del país, en la región conocida como Comarca Lagunera, la cual comprende parte de los estados de Coahuila y Durango. El maíz es uno de los cultivos más importantes ya que ocupa la mayor parte del área cultivable en las zonas de riego y de temporal (Salazar-Sosa et al., 2007). Los maíces y sorgos producidos en la Comarca Lagunera como fuente de forraje, juegan un papel importante, ya que de ambos se siembran entre 22 y 26 mil hectáreas por año en los ciclos de primavera-verano. Este cultivo se caracteriza por tener una gran adaptabilidad a las condiciones climáticas, un ciclo fenológico relativamente corto y propiedades esquilmantes, por lo que se ha empleado como modelo en diferentes investigaciones y como cultivo sucesor en los sistemas de rotaciones de cultivo (Verissimo, 2003). El estiércol bovino ha sido utilizado durante mucho tiempo como fuente de materia orgánica (MO) y nutrimentos importantes. Entre los nutrimentos que aporta se encuentra el nitrógeno, el cual es un nutrimento escaso en las zonas áridas, tal como lo es la Comarca Lagunera. Al respecto, se considera que la MO es un importante indicador de la calidad del suelo y de la sustentabilidad de la agricultura. Por el contrario, se considera que la agricultura intensiva convencional afecta el contenido de la materia orgánica del suelo, la fertilidad del suelo y la producción en las cosechas, (Han *et al*., 2006).

El uso de este tipo de recursos como los abonos orgánicos tiene potencial de reducir costos de producción y niveles de contaminación en los suelos (Medrano, 2002). Los abonos orgánicos pueden prevenir, controlar e influir en la severidad de patógenos del suelo; además, sirven como fertilizantes y mejoradores del suelo (FAO, 1991). En la región se producen 900, 000 toneladas de estiércol de bovino anualmente (Figueroa *et al*., 2010). Lo cual permite plantear una posibilidad de su utilización en la agricultura, de ahí la importancia de utilizar este desecho de la industria lechera en la producción de maíz forrajero reduciendo la utilización de productos químicos, costos de producción e índices de contaminación. Desafortunadamente, aunque en

casos limitados, el estiércol directo aplicado sin tratamiento desinfestante ha sido señalado como transmisor de patógenos en hortalizas frescas (Wells y Butterfield, 1997), por lo que se recomienda tratarlo antes de su utilización en los cultivos. Los dos tipos de tratamiento de estiércol más importantes son el compostaje y la solarización (Ruiz *et al.,* 2007), de esta manera podemos eliminar los patógenos presentes en el estiércol y en el suelo ya que con este método es posible obtener productos o sustratos inocuos, que pueden ser utilizados de manera segura en la producción de alimentos.

Además del estiércol solarizado con la utilización de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), juegan un papel importante en las actividades agrícolas ya que estos hongos tienen una amplia gama de especies cultivares con las cuales forman una simbiosis mutualista entre estas, por lo cual podemos considerar a los HMA como parte fundamental para la sustentabilidad y sostenibilidad de los ecosistemas. Los beneficios que aportan los HMA a los cultivos los hacen competitivos con los fertilizados en forma inorgánica (Díaz *et al.,* 2005), en este sentido, el objetivo principal del trabajo de investigación es generar una tecnología de producción orgánica de maíz forrajero para la región lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El experimento se realizó en el ciclo de primavera-verano del año 2012, en la región Mexicana conocida como la Comarca Lagunera, localizada en la parte central del norte de México. El sitio de estudio fue el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (CAE-FAZ-UJED). Este sitio se ubica en el Km. 28 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualílo, en el ejido Venecia, Mpio. de Gómez Palacio, Dgo. Geográficamente se encuentra entre los paralelos 24° 22' 12´´ y 26° 47´ 24´´ de latitud Norte y los meridianos 102° 15´ 36´´ y 104° 45´ 36´´ de longitud oeste de Greenwich a una altitud de 1,120 msnm., (García, 1981).

Características iniciales del suelo. Antes de establecer el experimento se recolectaron muestras de suelo a profundidades de 0-30 centímetros para determinar las condiciones iniciales del suelo, los análisis se realizaron en el laboratorio de la (FAZ-UJED), encontrando las características físico químicas siguientes: pH de 7.9, una conductividad eléctrica 2.4 dS m^{-1}, un porcentaje de materia orgánica de 1.2%, un porcentaje de calcio de 17.9 mg/l % y 5.8 mg/l de Magnesio y un contenido de nitratos de 6 partes por millón (ppm).

Características del estiercol solarizado. Las características nutrimentales del estiércol que se utilizó fueron: pH de 7.6, CE de 0.63 dS m^{-1}, MO de 5.47 %, N total de 1.12 %, amonio (NH_4) de 0.1135 %, P de 0.3535 %, calcio (Ca) de 3.38 %, magnesio (Mg) de 0.71 %, K de 3.27 %, sodio (Na) de 0.97 ppm, molibdeno (Mo) de 560 ppm, fierro (Fe) de 12,300 ppm, zinc (Zn) de 198 ppm, cobre (Cu) de 45 ppm, y boro (Bo) de 410 ppm, con un 8% de humedad al momento de su aplicación.

Diseño experimental y Análisis estadístico. Se establecieron 48 unidades experimentales de 3 m de ancho por 4 m de largo; para evaluar los tratamientos bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en franjas y cuatro repeticiones, las dosis fueron determinadas considerando explorar la mayoría de las dosis utilizadas en la región, desde cero hasta 160 Mg ha^{-1} de estiércol bovino que aplican los productores, (dosis bajas los de establos pequeños) y (dosis altas), los de establos grandes con hatos de más de 1 000 vacas en producción. Se evaluaron los factores siguientes: Factor A (Micorrizas) A1= sin micorrizas y A2= con micorrizas, y como Factor B (niveles de estiércol bovino solarizado), B1 = 0 Mg ha^{-1}, B2 = 20 Mg ha^{-1}, B3 = 40 Mg ha^{-1}, B4 = 60 Mg ha^{-1} y B5= Mg ha^{-1} y B6= fertilización química con la dosis recomendadas para esta región por el Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), de 200-150-00 kg ha^{-1} de N, P y K respectivamente, para el análisis estadístico del experimento se utilizaron análisis de varianza y la prueba de separación de medias DMS a una probabilidad estadística $p \leq 0.05$ con el programa estadístico SAS (SAS Institute, 1996).

Preparación del terreno y aplicación de estiércol. Antes de la siembra se realizaron labores de barbecho y rastreo antes de la aplicación del estiércol solarizado, después se aplicaron las dosis señaladas por los tratamientos, y se procedió a la instalación del sistema de riego por goteo.

Inoculación de la semilla. La inoculación se realizó manualmente con Glomus intraradices (cepa INIFAP), colocando bajo la sombra la cantidad de semilla necesaria para el experimento en un recipiente de plástico con una relación de 1kg. de micorriza por hectárea según las indicaciones de INIFAP.

Siembra. La siembra se realizó en seco el día 4 de abril, se utilizó la variedad San Lorenzo a una distancia de 50 cm entre surcos y 15 cm entre plantas, considerando la distancia entre

surcos como surcos estrechos ya que en la región la distancia normal para este cultivo es de entre los 70 y 75 cm. La cosecha se realizó a los 105 días después de la fecha de siembra, cosechando 1 m^2 por unidad experimental para determinar el rendimiento en materia verde y seca.

Variables a evaluar. Las variables medidas en los cultivos fueron materia verde (MV) y materia seca (MS) en Mg ha^{-1}. Las variables del suelo se evaluaron final del experimento a dos profundidades (0-20 y 20-40 cm), para determinar la conductividad eléctrica (dS/m), Potencial de Hidrogeno (pH), ambos en extracto de saturación, la materia orgánica (%) por el método de Walkey y Black y nitratos (NO_3) con colorímetro, método Kjendahl (Page *et al*., 1982). Para medir el efecto de la inoculación micorrízica arbuscular en la semilla de maíz, en cada parcela se tomaron 2 plantas en madurez fisiológica en forma aleatoria. La extracción de las plantas fue con todo y raíz, utilizando una pala. De estas plantas se midió la biomasa fresca radical; las raíces se cortaron desde la base del tallo, se lavaron para eliminar los residuos de suelo y se secaron antes de pesar. Resultó evidente el impacto promotor de la inoculación del HMA G. intraradices en la biomasa radical.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

En la variable rendimiento tanto de materia verde como de materia seca, el anova presento valores con una Pr>F de 0.0050 para la M.V. y 0.0001 para la M.S., de esta manera se aprecia en la figura 1, el mayor rendimiento de M.V. se encontró en la dosis de 80 Mg ha^{-1} de estiércol solarizado con 88.5 Mg ha^{-1} de M.V. el resto, de los tratamientos junto con el testigo se mostraron estadísticamente iguales con valores entre 62 y 71.75 Mg ha^{-1}, sin embargo estos tratamientos superan lo reportado por (Reta *et al.,* 2004), donde mencionan que la producción media regional de forraje verde es de 45 hasta 60 Mg ha^{-1} de forraje verde. Por su parte (Salazar *et al*., 2009), encontró rendimientos superiores a 100 Mg ha^{-1} de forraje verde con aplicaciones de estiércol a dosis altas de (120 y 160 Mg ha^{-1}) de estiercol. Ramírez-Seañez (2012), pos su parte menciona en un trabajo con algodonero que a medida que se reduce la distancia entre surcos y se aumenta la densidad poblacional, se incrementa los rendimientos unitarios y la cantidad de biomasa producida por área.

El rendimiento en M.S., (figura 1), mostro diferencias en todos los tratamientos siendo la dosis de 80 Mg ha^{-1} de estiércol solarizado la que obtuvo el mayor rendimiento con 30.99 Mg ha^{-1} de

M.S., seguido de las dosis de 60 y 40 Mg ha^{-1} de estiércol solarizados siendo estos estadísticamente iguales con valores de 25.1 y 24.8 Mg ha^{-1} de M.S., la dosis de 20 Mg ha^{-1} de estiércol alcanzo un rendimiento de 22.3 Mg ha^{-1} de M.S., la fertilización química y el testigo reportan 17.36 y 18.17 Mg ha^{-1} respectivamente. Por su parte (Montemayor *et al.,* 2012) obtuvo incrementos de M.S. en maíz en dos sistemas de riego con aumentos del 41 % en sistema de riego por goteo y 33 % más con pivote central con respecto al riego por gravedad.

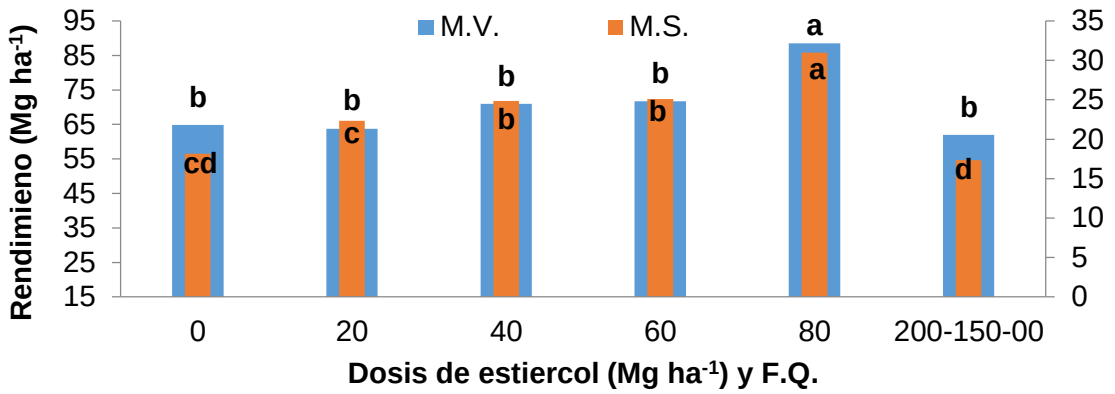


Figura 1. Rendimiento de forraje en materia verde y seca en los tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED. 2012.

El potencial hidrogeno (pH)

El análisis de varianza (tabla 1), se encontró diferencia estadística únicamente en la primera profundidad con una (Pr> F de 0.0237), en la figura 1 podemos observar los valores para el pH después de la cosecha a dos profundidades, donde los valores oscilaron entre 7.6 y 7.9 para la primera profundidad (0-20 cm) y valores de 7.4 a 7.7 para la segunda profundidad (20-40 cm). López *et al.,* (2001), menciona que la aplicación de abonos orgánicos como estiércol bovino, caprino y composta principalmente, elevan el contenido de Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Calcio (Ca), pero no presenta cambios significativos en el pH, CE, Mg, Na y K.

Table 1.- Análisis de varianza para las características químicas de suelo a dos profundidades (0-20 and 20-40 cm). CAE-FAZ-UJED-DICAF, 2012.

Fuente de Varianza	GL	pH		CE (dS m^{-1})		MO (%)		NO_3^- (Mg kg^{-1})	
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
R (Repetición)	3	0.77	0.75	0.10	0.06	0.90	0.63	0.38	0.655
FA (SHMA-HMA)	1	0.34	0.38	0.24	0.98	0.06	0.08	0.87	0.81
FA*R	3	0.12	0.71	0.08	0.23	0.72	0.42	0.02	0.02
FB (Estiércol)	5	**0.02***	0.06	**0.004***	0.31	**0.003***	0.23	**0.04***	**0.035***
FA*FB	5	0.10	0.07	0.002	0.06	0.12	0.22	0.37	0.488
FB*R	15	0.19	0.85	0.44	0.17	0.151	0.52	0.865	0.870
Error	15	0.03	0.18	0.26	0.56	0.122	0.06	149.7	139.5
Total	47	3.01	6.55	30.3	44.30	13.15	0.63	8043	8066
R. Cuadrada		0.8	0.55	0.86	0.80	0.85	0.08	0.72	0.74
C.V.		2.5	5.58	14.06	23.74	17.34	0.42	51.88	45.5

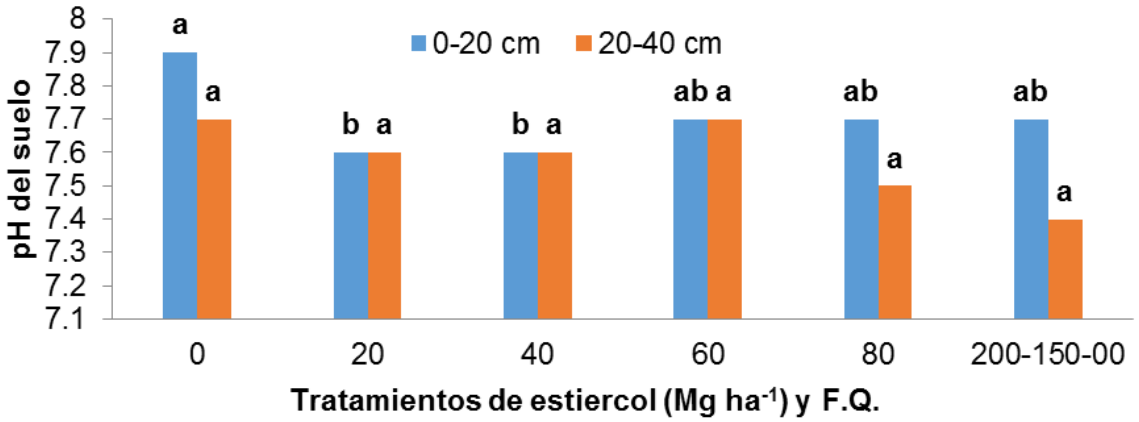


Figura 1.- pH del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED-DICAF. 2012.

La Conductividad Eléctrica

En los suelos arcillosos que son regados mediante sistemas presurizados no permiten la posibilidad de un lavado de sales, por lo cual en las primeras profundidades se encuentra el mayor contenido de estas, la conductividad eléctrica mostro diferencia en la primer profundidad

con una Pr>F de 0.043 (tabla 2), en la figura 2 la conductividad eléctrica muestra los valores más altos en los tratamientos de estiércol solarizado, mostrando el valor más bajo la fertilización química con un valor de 3.1 dSm^{-1}, en la primera profundidad, sin embargo para la segunda profundidad todos los tratamientos se muestran estadísticamente iguales pero con valores menores a la primera profundidad y mayores a el análisis inicial 2.4 dSm^{-1}. Quiroga et *al.,* (2011), realizo un estudio en macetas donde concluye que a medida que aumenta la dosis de estiércol también aumenta el contenido de sales en el suelo y esto repercute en los rendimientos de materia seca. Soria *et al.,* (2001), mencionan en su investigación con excretas liquidas de cerdo bajo un proceso de digestión anaeróbica que las bacterias en un biodigestor tipo FAO 95, los microorganismos consumen las sales minerales disueltas en el agua y sustrato y reporta como resultados que al medir la CE inicial tuvo un valor de 5.8 dSm^{-1} y se redujo en 29.65% al terminar el proceso con 4.08 dSm^{-1}.

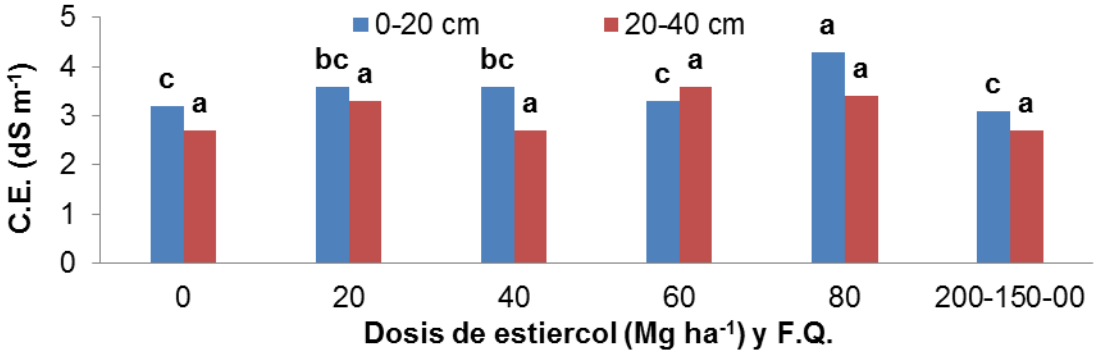


Figura 2. Conductividad Eléctrica del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED. 2012.

La Materia Orgánica

La capa arable de los suelos de la región oscila entre los 25 y 35 cm, en este estrato de suelo se encuentra el mayor contenido de materia orgánica, el ANOVA (tabla 2) muestra la diferencia en profundidad con una Pr>F de 0.0035. La figura 3 muestra que en la primera profundidad la dosis de 80 Mg ha^{-1} de estiércol solarizado presento los valores más altos de materia orgánica con 2.5 % y la dosis de 60 Mg ha^{-1} de estiércol solarizado con 2.3 %, para la segunda profundidad los mayores valores se obtuvieron en la dosis de 40 Mg ha^{-1} de estiércol solarizado con un 2.5 % y el resto de los tratamientos e incluso el testigo presentaron valores mayores a la fertilización química que mostro un valor de 2.2%. Fitzpatrick (1996) señala que la mayoría de los suelos contienen 1.6% de MO, o menos pero en suelos muy áridos; el porcentaje baja a menos de uno, pero en suelos donde se ha aplicado estiércol consecutivamente en dosis de más de 100 Mg ha^{-1} la concentración puede alcanzar 5% o más (Salazar *et al*., 1998).

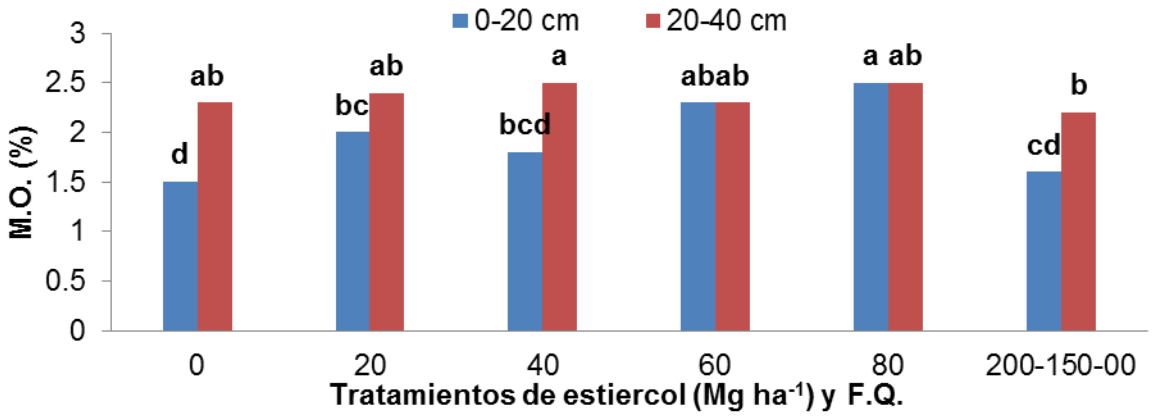


Figura 3.- Materia Orgánica del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED-DICAF.2012.

Nitratos

La cantidad de nitratos presentes en el suelo dependen de la cantidad de estiércol aplicado al suelo y debido a su alta solubilidad permite que estos sean fácilmente lixiviables esto explica por qué en ambas profundidades existe presencia de nitratos (tabla 2), con una Pr>F de 0.0419 para la profundidad primera y una Pr>F de 0.0357 para la segunda profundidad, por tal razón, la figura 4 muestra el contenido de nitratos en el suelo donde en ambas profundidades se manifiestan los valores más altos en la dosis mayor de estiércol solarizado con valores de 32.8 y 37.9 mg kg^{-1} para la primera y segunda profundidad respectivamente, lo cual coincide con (Vázquez-Vázquez *et al.,* 2011), quienes concluyen que el tratamiento de 80 Mg ha^{-1} de estiércol solarizado aumentó significativamente los valores de MO y contenido de nitratos respecto a los tratamientos de menor cantidad de estiércol y de fertilizante químico (testigo). El estrato de suelo de 20-40 cm muestra valores mayores a la primera profundidad, lo cual se explica por la alta lixiviación del ion, en ambas profundidades los valores más bajos se presentan en los testigos cero aplicación y fertilizante químico.

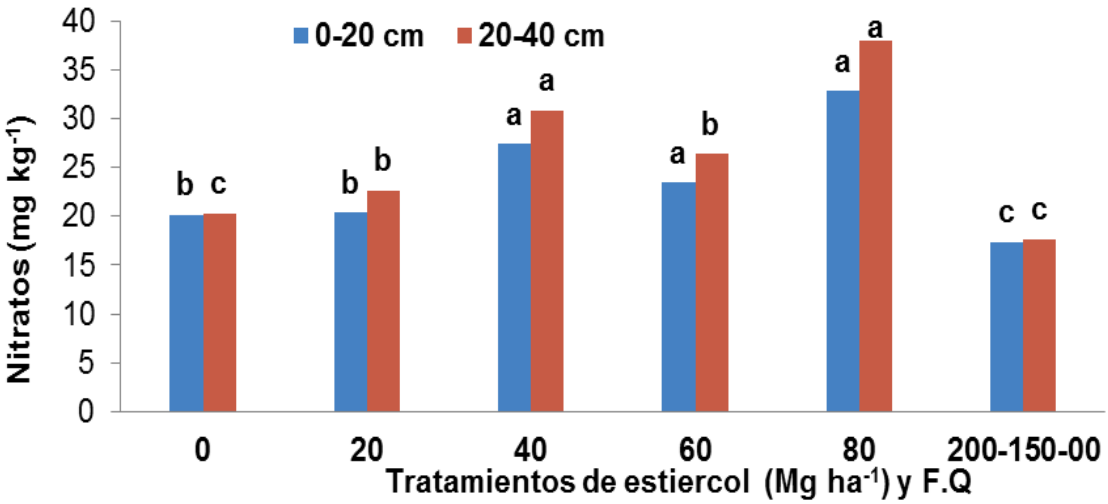


Figura 4. Nitratos del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED, 2012.

CONCLUSIONES

No se encontró diferencia estadística entre franjas de micorrizas y sin micorrizas, pero si se muestran diferencias estadísticas entre los tratamientos de estiércol, el testigo y la fertilización química.

Las dosis de 80 Mg ha^{-1} de estiércol aplicado produce el mayor rendimiento de materia verde y materia seca.

BIBLIOGRAFÍA

Díaz, F, AM; Alvarado C, M; Cantú A, I y Garza C, 2005. Fertilización biológica y producción de maíz en la región semiárida del norte de Tamaulipas, México. Agricultura. Técnica. (México). 31: 153-163.

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1991. Manejo del suelo: producción y uso del compostaje en ambientes tropicales y subtropicales. Boletín 56: 180. Roma, Italia.

Fearon C, G. 1991. Determinación de los niveles de magnesio en suelos cañeros. Memorias del Seminario Inter-Americano de la caña de azúcar: Miami, Florida. p. 107-111.

Figueroa V, U; Cueto W, JA; Delgado J, A; Núñez H, G; Reta S, DG; Quiroga G, HM; Faz C, R; y Márquez J, L. 2010. Estiércol de bovino lechero sobre la recuperación en maíz forrajero. Terra Latinoamericana (México). 28:361-369. http://www.chapingo.mx/terra/?module=resumenes&volumen=28&numero=4

Fitzpatrick, E. A. 1996. Introducción a la ciencia de los suelos. Editorial Trillas. México, D. F.

García E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Ed. UNAM México, p. 1-12.

Medrano R, JG. 2002. Comportamiento del suelo bajo labranza de conservación en la producción de maíz forrajero. Tesis de maestría SIGA-ITA 10. Torreón, Coahuila México. 103

Montemayor T, JA; Lara M, L; Woo R, JL; Munguía L, J; Rivera G, M y Trucíos C, R. 2012. Producción de maíz forrajero (Zea mays l.) en tres sistemas de irrigación en la comarca lagunera de Coahuila y Durango, México. Agrociencia 46:267-278.

Quiroga G, HM; Cueto W, JA; Figueroa V, U. 2011. Efecto del estiércol y fertilizantes sobre la recuperación de nitrógeno 15 y conductividad eléctrica. Terra Latinoamericana. 29: 201-209. http://www.chapingo.mx/terra/index.php?module=resumenes&volumen=29&numero=2

López M, JD; Díaz A, E; Martínez E, R y Valdez C, RD. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra, (México) 19:293-299.

Ramírez S, AR; Contreras M, JG; Palomo G, A; Álvarez R, VP; Rodríguez H, SA y García C, M. 2012. Producción de biomasa de algodón en surcos ultra-estrechos y densidad poblacional. Agronomía Mesoamericana. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43724664005

Reta S, DG; Cueto W, JA; y Figueroa V, U. 2004. Efecto de la aplicación de estiércol y composta en maíz forrajero en dos sistemas de siembra. Informe de investigación. INIFAP. Campo Experimental La Laguna. Torreón, Coahuila. México.

Rivera G, M, Estrada A, J; Orona C, I; Sánchez C, I. 2004. Producción de alfalfa con riego por goteo superficial o subsuperficial. Folleto Técnico No 13. INIFAP Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Relación Agua-Suelo- Planta y Atmosfera. Pp. 19

Salazar S, E; Lindemann C, W; Cárdenas E, M and Christensen B, N. 1998. Nitrogen mineralization and distribution through the root zone in two tillage systems under field conditions. Terra 16: 163-172.

Soria F, MDJ; Ferrera C, R; Barra J, E; González G, A, Santos J, T; Gómez L, B y Pérez G, P. 2001. Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. Terra, 19:353-362.

Vázquez V, C; García H, JL; Salazar S, E; López M, JD; Valdez C, RD; Orona C, I; Gallegos R, MA y Preciado R, P. 2011. Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de chile jalapeño (Capsicum annuum L.). Revista Chapingo Serie Horticultura 17(Especial 1): 69-74, 2011

Verissimo L, A. 2003. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Cereales. Maíz. Editorial Oceano. Barcelona, p. 309-318.

Wells J, M y Butterfield J, E. 1997. Salmonella contamination associated with bacterial soft rot of fresh fruits and vegetables in the marketplace. Plant Disease 81: 867–872. [Links]

ACCIÓN GÉNICA EN LÍNEAS CONTRASTANTES DE MAÍZ (*Zea mayz* L.)

Armando Espinoza Banda[1], Oralia Antuna Grijalva[1], Jose Luis Coyac Rodríguez[1], Héctor Javier Martínez Agüero[1], Aidé Hernández Hernández[2].

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez s/n, aebanda7@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

En México el maíz es el grano más importante para la alimentación humana y destaca entre todos los cultivos por sembrarse anualmente en casi 8 millones de has, que producen alrededor de 21 millones de ton, con un rendimiento promedio de 2.63 t ha^{-1}. Aun siendo México el centro de origen de esta gramínea, su producción y rendimientos son ampliamente superados por otros países productores como son Estados Unidos y China (SAGARPA, 2014).

En zonas con sistemas agrícolas intensivos como la Comarca Lagunera, el 52 por ciento de los agricultores utilizan materiales mejorados y el resto usa variedades criollas y ocasionalmente semilla de generaciones segregantes procedentes de híbridos (Gutiérrez *et al*., 2002); en la actualidad se estima que 93 por ciento de ellos usa semilla mejorada. Ante este panorama, es necesario entonces aumentar la calidad y productividad de este cultivo, mediante la caracterización de los mejores híbridos a través de técnicas que permitan determinar los efectos genéticos involucrados en los materiales de estudio y, por consiguiente, brindar a los productores más alternativas de genotipos de alto rendimiento.

El mejoramiento genético es un proceso continuo en la formación de nuevas variedades e híbridos comerciales; el conocimiento de los diversos tipos de acción génica y la importancia de estos en la determinación de caracteres de interés, es básico para lograr avances rápidos en un programa destinado a la obtención de híbridos (Melacarne y San Vicente, 2003; Beltran *et al.,* 2003). Al estimar los efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE) en líneas y sus cruzas, permitirán conocer los tipos de acción génica que controlan a los diferentes caracteres (Hallauer y Miranda 1988). Los efectos de ACG, están relacionados con los genes de efectos aditivos de los progenitores, en tanto que la ACE, con los efectos no aditivos de dominancia y los epistáticos de las cruzas. Lo anterior confirma e indica la contribución diferencial de en la expresión fenotípica. Así, el desarrollo de líneas y la identificación de las mejores combinaciones híbridas, determinan el éxito de un programa de mejoramiento genético (Antuna *et al*. 2003). El proceso de mejora por hibridación tendrá éxito si dos o al menos una de las líneas de un híbrido es de alta ACG, condición que por sí misma asegura un alto rendimiento. Si adicionalmente, el híbrido muestra un efecto positivo alto de ACE, su capacidad de rendimiento aumentará (Reyes *et al*. 2004). El objetivo fue estimar los efectos de aptitud

combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) de líneas de maíz y sus cruzas.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el rancho Las Alicias en el municipio de Peñón Blanco Durango, que se ubica en las coordenadas de 24º47' latitud norte y 104º01' longitud oeste. La altura del municipio sobre el nivel del mar es de 1,800 metros. La temperatura oscila de 12 a 20°C y una precipitación de 300 a 700 mm, con clima semiseco, templado con lluvias en verano (INEGI, 2005). Se utilizaron nueve líneas de maíz, divididas en dos grupos: el primero, utilizados como probadores machos, formado por cuatro líneas provenientes de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL) derivadas de la Población-60 que se caracterizan por su adaptación a la Comarca Lagunera. El segundo grupo, dos provenientes del banco de germoplasma de CIMMYT (L25 y L26) líneas recicladas de ciclo precóz-Intermedio, de grupo heterótico A y adaptadas a Sub trópico y, tres líneas (L23, L27 y L28) de la UAAAN-UL que provienen de la cruza de Población-61 x LAN 388P línea enana, con hojas anchas y verticales generada a partir de la tercera generación del híbrido AN-388. En primavera (2013) se generaron 20 cruzas por el método II de Carolina del Norte (Comstock y Robinson,1948). Se evaluaron en 2014 en un diseño de bloques al azar, dos repeticiones y riego normal. Se sembró el 04 de abril depositando dos semillas por golpe. La parcela fue de dos surcos de 3.0 m de largo y 0.75 m de ancho y 0.17 m entre planta, una densidad de 78, 431 plantas por hectárea. Posterior a la siembra se aplicó un riego y a los 21 días se aclareo a una planta por golpe. Se fertilizó con la fórmula 180-90-00, aplicándose la mitad del Nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra. El resto del Nitrógeno se aplicó en el primer riego de auxilio. Se tomaron datos de Floración masculina (FM), Femenina (FF), Altura de planta (AP) y Mazorca (AMz), dimensiones de mazorca: diámetro DMz), longitud (LMz), numero de hileras (NH) y granos por hilera (GH) y, rendimiento de grano (Rend). Se cosechó a los 180 días después de la siembra cuando al 18 por ciento de humedad en grano. El rendimiento se determinó a través de la producción de grano de cada parcela, se pesó y ajustó al 18 por ciento de humedad, reflejada en $kgha^{-1}$ (Morales 1993). Se analizó con el programa Analysis of Genetic Designs (AGD-R) v 2.0 para Windows, (Rodríguez *et al*. 2015), del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). La diferencia estadística entre la ACG de los progenitores machos, hembras y la ACE de las cruzas, se determinó mediante la prueba de “t” o DMS al 0.05 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que para el factor repeticiones (REP) hubo diferencias significativas (p≤0.05) para las variables: floración femenina (FM), altura de planta (AP) y altura de mazorca (AM). Los 20 híbridos experimentales fueron significativamente diferentes (p≤0.01) en nueve de las variables, con la excepción de las variables AM y HM. Los probadores machos **(M),** fueron diferentes (p≤0.05) en floración femenina (FF) y altamente significativa (p≤0.01) para floración masculina (FM) y longitud de mazorca (LMz), en tanto que el resto fue no-significativo (AP, AM, HMz, GH, DMz y Rend). En contraste, las hembras **(H)**, mostraron mayor diversidad, pues se observaron diferencias (p≤0.05) para hileras por mazorca (HM) y, diferencias altamente significativas (p≤0.01) para: FM, FF, AP, LMz, GH, DMz y Rend. La ausencia de significancia en **Machos**, se explica porque estas líneas fueron derivadas de la misma población y comparten una proporción importante de genes ó de fondo genético. En cambio, se observa mayor diversidad en **Hembras,** puesto que provienen de diferente germoplasma, dos que provienen del CIMMYT (L25, L26) y tres (L23, L27 y L28) de origen NARRO, (Cuadro 1).

Para la interacción **(MxH)** que representa las cruzas, mostro diferencias significativas (p≤0.05) para GH y, diferencias altamente significativas (p≤0.01) para: FM, LMz, DMz y Rend. Los resultados se atribuyen a la divergencia de las líneas progenitoras al momento de ser combinadas, lo cual ha sido también observado por otros autores (Soengas *et al.* 2003, De La Cruz *et a*l. 2005).

Cuando se combinan **MxH**, las diferencias se acentúan en las variables de tipo cuantitativo preferentemente LMz, HMz, GH, DMz y Rend, lo cual presume que exista un efecto no-aditivo de importancia. Puesto que Machos(M) y Hembras(H) representan los efectos aditivos y MxH los no-aditivos, si se analiza la contribución a la suma de cuadrados de las tres fuentes de variación M, H y MxH, y la relación **M+H/MxH**, se observa que en seis (6) de las nueve (9) variables predomina el efecto aditivo y, en el resto (tres) el efecto no-aditivo, donde se encuentran las variables AM, DMz y Rend. De acuerdo a lo anterior se supone que los dos efectos, aditivos y no-aditivos son de importancia en el material evaluado. Los efectos aditivos se pueden explotar a través de métodos de selección recurrente y los no aditivos por hibridación (Sprague, 1967).

Estos resultados se confirman al cuantificar los componentes de varianza (Cuadro 2), en los cuales se observa que la varianza aditiva (**σ^2a**), fue importante para las variables: FF, AP, HM y GH; en contraste la varianza de dominancia (**σ^2d**) lo fue para las variables: FM, AM, LMz, DMz y Rend. La varianza Aditiva representada por **M y H** fueron negativas y por naturaleza no interpretables (Meneses *et al*. 2002) se les consideró como cero. Hallauer y Miranda, (1981),

establecen que las estimas negativas de los componentes de varianza pueden deberse a un modelo inadecuado, inadecuado muestreo y técnicas experimentales inadecuadas. Por tal razón los valores del Grado Promedio de Dominancia ($\bar{d}$) expresan una acción génica de dominancia y sobredominancia. Por tal razón el material genético puede ser explotado mediante un programa de selección que explote ambos efectos, aditivos y no-aditivos, como la selección recíproca recurrente (Comstock *et al*., 1949) ó a través de la hibridación. La mayoría de los programas de mejoramiento de maíz utilizan el comportamiento de las líneas, los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y la predicción del comportamiento de cruzas, como medidas del potencial genético de una línea (Hallauer y Miranda, 1981).

Cuadro 1. Significancia de cuadrados medios de cuatro variables en 20 híbridos experimentales formados de nueve progenitores, ciclo primavera 2014**.**

F.V	G.L	FM	FF	AP	AM	LMz	HMz	GH	DMz	Rend
Rep	1	4.23*****	9.03	1500.6*	950.6*	0.00	0.004	0.40	0.14	813333
G	19	12.4**	17.0**	565.1**	320.1	2.70**	1.400	20.8**	0.80**	2501358**
M	3	4.36**	10.4*	575.6	455.6	2.38**	1.456	1.48	0.29	310764
H	4	30.6**	62.2**	1220.9**	335.3	5.26**	2.624*	67.1**	1.31**	2732275**
MxH	12	8.32**	3.6	343.9	281.2	1.81**	0.963	10.1*	0.64**	2972004**
EE	19	0.6	2.6	186.2	190.1	0.25	0.703	3.7	0.16	325188
C.V (%)		1.0	1.5	6.5	12.1	2.9	5.5	5.1	2.5	8.9
MEDIA		106	109.2	210.1	114.1	17.22	15.06	37.6	16.4	6365.7

*, ** Valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad, G=Genotipos, M= Machos, H= Hembras, FM= floración masculina, FF= floración femenina, AP=altura de planta, AM= altura de mazorca, LMz= longitud de mazorca, HMz= hileras por mazorca, GH= granos por hilera, DMz= diámetro de mazorca, REND= rendimiento de grano.

Cuadro 2. Componentes de varianza de nueve variables agronómicas (**σ^2a** =varianza aditiva, **σ^2d** =varianza de dominancia, **σ^2g**=varianza genética, **σ^2_e** =varianza del error, **σ^2f** =varianza fenotípica, h^2=heredabilidad en sentido estricto, H^2=heredabilidad en sentido amplio).

Variables	σ^2a	σ^2d	σ^2g	σ^2_e	σ^2a/σ^2g	σ^2f	H^2	h^2	đ
FM	11.14	15.44	26.58	0.6	0.42	27.18	0.98	0.41	1.66
FF	29.3	2	31.3	2.55	0.94	33.85	0.92	0.87	0.37
AP	438.5	315.4	753.9	186.2	0.58	940.1	0.8	0.47	1.2
AM	75.17	182.2	257.37	190.1	0.29	447.47	0.58	0.17	2.2
LMz	1.73	3.12	4.85	0.25	0.36	5.1	0.95	0.34	1.9
HMz	0.83	0.52	1.35	0.7	0.61	2.05	0.66	0.4	1.12
GH	28.49	12.8	41.29	3.73	0.69	45.02	0.92	0.63	0.95
DMz	0.34	0.96	1.3	0.16	0.26	1.46	0.89	0.23	2.39
Rend	0	5293632	5293632	325188	0	5618820	0.94	0	>1

En el Cuadro 3 se presentan los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de cuatro líneas utilizadas como macho. La L1, muestra valores significativos positivos para las variables FF, LMz, NH, DMz y REND. Este progenitor aportará a su descendencia en un cruzamiento más

días a FF pero, además, con buenas dimensiones de mazorca y por lo tanto aportara buen Rend; en la L2, se observan valores negativos para FM y positivos en AP, AM y Rend**.** Es evidente entonces que es una planta precoz por el menor número de días a FM, e indica además que este progenitor transmitirá a su descendencia una mayor AP y AM y aportará características favorables para Rend. La L5, presenta valores significativos positivos para GH y para Rend, lo cual implica que trasmitirá a sus progenies mayor número de GH y un alto valor en Rend. En la L6, solo FM fue positivo significativo y, valores negativos para las variables FF y LMz; esto implica que aportara a su descendencia precocidad en FF, mazorcas con menor longitud y una FM tardía. La estimación de los efectos de ACG en las líneas macho (M), mostro que el mayor valor significativo positivo para Rend lo aportan las líneas 1, 2 y 5**,** por lo se deduce que tienen una buena contribución en la expresión del rendimiento a su progenie.

De las cuatro líneas utilizadas como hembra (H), la L23, presenta valores significativos negativos para las variables FM, FF, AP, LMz y GH y positivos Rend. Todo lo anterior significa entonces que su descendencia en un cruzamiento aportara a su progenie precocidad en FM y FF, menor AP, con menor LMz y menor GH, pero buen Rend. Respecto a la L25, solo presenta un valor positivo significativo para la variable NH y que aportará esta característica a sus cruzas; la L27 los efectos fueron significativos y positivos para FM, FF, AP, AM, NH y DMz. Esta Línea aportará a su descendencia más días a FM y FF, así como una mayor AP y AM, asi mismo inducirá mayor NH y, en complemento, un buen DMz. La L28 presenta valores negativos significativos para AP, AM y DMz, sin embargo, mostro valores positivos para GH y Rend, lo cual implica que transmitirá a su descendencia menor AP y DMz, pero mayor GH y Rend. En contraste, la L26 no presentó valores significativos.

Cuadro 3. Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de cuatro progenitores como macho en nueve variables evaluadas en el ciclo primavera 2014**.**

	Líneas Macho					**Líneas Hembra**				
Var	**1**	**2**	**5**	**6**	**Var**	**23**	**25**	**26**	**27**	**28**
FM	0.02	-0.88*****	0.12	0.72*****	**FM**	-2.33*****	-1.08	0.05	2.92*****	0.42
FF	1.42*****	-0.38	-0.08	-0.98*****	**FF**	-3.03*****	-2.28	0.85	3.97*****	0.47
AP	-7.62*****	10.38*****	-2.62	-0.12	**AP**	-11.38*****	5.5	4.25	15.50*****	-13.88*****
AM	-4.13	9.37*****	-5.63	0.37	**AM**	-3.50	-0.38	-1.00	10.88*****	-6.00*****
LMz	0.44*****	-0.25	0.38	-0.56*****	**LMz**	-1.42*****	0.34	0.58	0.13	0.38
NH	0.50*****	-0.10	-0.42*****	0.02	**NH**	-0.41	-0.71*****	0.09	0.74*****	0.29
GH	-0.34*****	-0.26	0.50*****	0.10	**GH**	-3.96*****	0.59	1.22	-1.56	3.69*****
DMz	0.23*****	-0.09	0.04	-0.18	**DMz**	-0.10	-0.06	-0.05	0.66*****	-0.45*****
Rend	138.78*****	128.63*****	237.79*****	29.62	**Rend**	718.03*****	-44.22	-49.5	102.39	914.14*****

* Valores significativos diferentes de cero.

De las 20 cruzas, seis exhiben los mayores efectos positivos de ACE para rendimiento (Rend), de las cuales las Líneas L1, L2, L5 y L6 combinan positivamente con L26, donde las tres primeras presentaron valores altos y positivos de ACG. Así mismo L5 y L6 combinan con L28. De las líneas Macho, solo la L6 presenta valores no significativos de ACG (Cuadro 4). En teoría se espera que dos líneas con altos valores de ACG produzcan híbridos ó cruzas con alta ACE, como se observa en la cruza L5xL28, sin embargo, existen casos donde dos líneas una con alto y otra con bajo ACG produzcan cruzas con altos valores de ACE, como L1xL26, L2xL26 y L5xL26. Lo anterior se puede deber a la dominancia o a la interacción de genes ó epistasis (Hallauer y Eberhart 1976**)** y, como se observa en la cruza L6xL28 puede ser por complementación.

Cuadro 4. Cruzas de maíz con los mayores efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) en nueve variables evaluadas en el ciclo de primavera 2014**.**

Cruza	FM	FF	AP	AM	LMz	NH	GH	DMz	Rend
1x26	**-3.15***	**-0.05**	**-21.75***	**-19.00***	**-0.74**	**-0.05**	**-1.86**	**-0.99***	**1200.38***
2x26	1.25	-0.25	**17.75***	7.5	-0.25	-0.25	-0.44	0.09	**1708.97***
5x26	0.75	-0.05	8.25	12.5	-0.38	0.07	0.1	0.3	**1516.03***
5x28	1.38	1.33	-3.63	-2.5	-0.58	**-0.93***	-2.08	-0.44	**1381.26***
6x26	1.15	0.35	-4.25	-1	**1.36***	0.23	2.2	0.6	**2024.61***
6x28	-1.22	-0.77	3.88	1.5	0.46	0.23	1.23	-0.19	**1310.60***

* Valores significativos diferentes de cero.

De las seis cruzas con mayor ACE, tres (2x26, 5x26 y 6x28) presentaron los mayores Rend con 8640, 8090 y 7917 Kg ha^{-1} respectivamente y diferente al resto, (Cuadro 5). Estos rendimientos pueden ser explicados debido a que la L26 del CIMMYT pertenece al grupo heterótico A y las Líneas L2, L5 y L6 puedan pertenecer al grupo B. Lo mismo se puede asumir con la L28**.** Las cruzas dialélicas o factoriales han sido utilizado para detectar patrones heteróticos adecuados en arroz Hepting (1978) citado por Melchinger (1999), y en maíz (Beck et al.,1991; Crossa et al., 1990, Vasal et al., 1992).

Cuadro 5. Características agronómicas y rendimiento de grano en seis cruzas con mayor ACE.

Cruza	FM	FF	AP	AM	LMz	NH	GH	DMz	REND
6x28	106	108	200	110	17.5	16	42	16	**8640**
5x26	107	110	220	120	17.8	14	39	17	**8090**
2x26	106	109	**242**	130	17.3	14	38	16	**7917**
5x28	108	111	190	100	17.4	14	39	16	6156
1x26	103	111	185	90	17.5	16	36	15.6	4997
6x26	108	109	210	112	**18.6**	16	41	17	4341
MEDIA	106	109	210	114	17	16	38	16	6386
DMS(5%)	1.6	3.3	29	29	1.05	1.8	4	0.837	1193.5

DMS=Diferencia Mínima Significativa al 5% de probabilidad.

CONCLUSIONES

En las líneas hembra se observó mayor diversidad que en los machos usados como probadores. La interacción MxH fue significativamente diferente para FF y dimensiones de la mazorca (LMz, GH y DMz) además de Rend.

Tres de las Líneas Macho (L1, L2, L3) mostraron ACG positiva y significativa para Rend, en cambio en las hembras solo las L23 y L28 fueron significativas. Los mayores efectos de ACE positivos y significativos, se observaron en seis de las 20 cruzas.

Tres de las seis cruzas, mostraron los mayores rendimientos promedio (2x26, 5x26 y 6x28). La acción génica aditiva y no-aditiva fueron de importancia en el presente estudio.

BIBLIOGRAFIA

Antuna-Grijalva O, Bustamante-García L, Gutiérrez-Del Río E, Rincón-Sánchez F, Ruiz-Torres NA (2003) Componentes genéticos de caracteres agronómicos y de calidad fisiológica de semillas de líneas de maíz. Rev. Fitotec. Méx. 26(1): 11-17.

Beck, D L, S K Vasal y J Crossa (1991) Heterosis and combining ability among subtropical and temperate intermediate-madurity maize germoplasm. Crop Sci. 31: 68-73.

Betrán F J, J M Ribaut, D Beck, D González de León (2003) Genetic diversity, specific combining ability, and heterosis in tropical maize under stress and non-stress environments. Crop Sci. 43:797-806.

Comstock, R. E., Robinson, H. F., and Harvey, P. H., 1949, A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. Agronomy Journal 41: 360-367

Crossa J, S K Vasal and D L Beck (1990) Combining ability estimates of CIMMYT´s tropical late yellow maize germoplasm. Maydica 35: 273-278.

De La Cruz, LE; Gutiérrez, RE; Palomo, GA; Rodríguez, HS. 2003. Aptitud combinatoria y heterosis de líneas de maíz en la Comarca Lagunera. Revista Fitotecnia Mexicana 26(4):279-284.

De la Loma J. L. 1975. Genética General y Aplicada. Editorial UTEHA. México.

De León, CH; Rincón, SF; Reyes, VH; Samano, GD; Martínez, ZG; Cavazos, CR; Figueroa, CJ. 2005. Potencial de rendimiento y estabilidad de combinaciones germoplásmicas formadas entre grupos de maíz. Revista Fitotecnia Mexicana 28(2):135-143.

Gutiérrez del R. E., A. Palomo G., A. Espinoza B. E. de la Cruz L. 2002. Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera, México. Rev. Fitotec. Méx. 25 (3): 271-277.

Hallauer A R, J B Miranda F O (1981**)** Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University Press. Ames, Iowa. 468 p.

Hallauer R. A. and S. A. Eberhart. 1976. Reciprocal full – sib selection. Crop Sci. 10: 315-316.

INEGI, (2005) Peñón Blanco, Durango Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. 9 p.

Malcarne M. F. y F. M San Vicente G. 2003. Patrones heteróticos de líneas tropicales blancas de maíz. Crop Sci. 39: 368-371.

Melchinger A E, (1999) Genetic diversity and heterosis. In The genetics and exploitation of heterosis in crops.James G. Coors and Shivaji Pandey.ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA

Meneses M I, C Villanueva V, J Sahagún C, T R Vázquez R, L C Merric (2002) componentes de varianza genética y respuesta a la selección combinada en calabaza (Cucurbit*a pepo* l.) bajo el sistema milpa. Revista Chapingo Serie Horticultura 8(1): 5-23.

Rodríguez, F; Alvarado, G; Pacheco, A; Crossa, J; Burgueño, J (2015) "AGD-R (Analysis of Genetic Design swith R for Windows) Version 2.0", http://hdl.handle.net/11529/10202 International Maize and Wheat Improvement Center [Distributor] V7 [Version].

SAGARPA. (2014). Informe de evaluación de impacto Proyecto estratégico de producción de maíz.

Sprague G F, (1967) Quantitative genetics in plant improvement. In.Plant Breeding. A Sympsium Held at Iowa State University. K. J. Frey Ed. The Iowa State University Press, Ames Iowa.

Soengas, P; Ordás, B; Malvar, RA; Revilla, P; Ordás, A. 2003. Heterotic patterns among fl int maize populations. Crop Science 43:844-849.

COLECTA Y EVALUACIÓN DE MATERIALES CRIOLLOS DE MAMEY *Pouteria zapota* JACK. MERR. EN EL ESTADO DE YUCATÁN.

Juan Jasso Argumedo

INIFAP-CIRSE-Campo Experimental Mocochá. Jasso.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha generado una drástica reducción de la diversidad genética de especies frutales nativas, como el zapote mamey y chicozapote, a causa de la alteración de ecosistemas naturales y la falta de esfuerzos sustanciales y sistemáticos de rescate y aprovechamiento de estos valiosos recursos genéticos (Díaz-Pérez *et al*., 2001).

Los zapotes tropicales presentan diversas problemáticas como su limitado consumo, maduración, ablandamiento irregular, poco desarrollo del color y pudriciones internas inducidas por hongos y larvas de insectos, que redundan en corta vida de anaquel, por lo que su comercialización se realiza principalmente en el mercado nacional (Villanueva-Arce *et al*., 2000; Díaz-Pérez *et al*., 2001).

La variabilidad genética del mamey es uno de los principales problemas del mamey, es la gran variabilidad genética y su propagación por semilla, por lo cual existe una amplia variabilidad en el tamaño y forma de fruto, el color de la pulpa y otras características (Villegas y Mora, 2008). En México, casi todos los huertos de mamey establecidos en el país son de pié franco con una amplia diversidad genética, por lo cual es necesario caracterizar los materiales genéticos sobresalientes, con el fin de tener la información necesaria para el registro de variedades y la protección de estos recursos fitogenéticos (Rodríguez-Rojas *et al*., 2012). Esta situación es de importancia ya que a pesar de que México es el centro de origen del mamey, aún no se tienen variedades registradas. En Florida, se tienen materiales sobresalientes: Pantini, Magaña, Copan, Mayapan, Tazumal, AREC No. 3, Piloto, Pace, Florida, Lara, Chenox, Abuelo, Francisco Fernández, Flores y Viejo (Balerdi, Crane, and Maguire, 2013). La falta de variedades registradas se debe a que hasta el momento no existen descriptores y solo podrían considerarse como materiales sobresalientes (Arellano, 2012).

Los aspectos más estudiados en mamey son la propagación vegetativa, por su largo periodo juvenil antes de entrar a producción (Granados, 1990; Cen et al., 1998); crecimiento del fruto (Arenas-Ocampo et al., 2003; Sandoval et al., 2006); postcosecha de los frutos (Villanueva-Arce

et al., 2000; Díaz-Pérez et al., 2003); tecnología postcosecha (por su corta vida de anaquel), como: refrigeración (Alia-Tejacal et al., 2002; Alia et al., 2005 a y 2005 b; Martínez et al., 2006), temperaturas controladas (Manzano, 2001), técnicas de almacenamiento (Gómez-Jaimes et al., 2012) y velocidad de maduración (Saucedo-Veloz et al., 2001) o inhibidores de su maduración (Ergun et al., 2005); así como el control de plagas cuarentenarias que restringen la comercialización del fruto en fresco (Díaz-Pérez et al., 2001; Yahia y Ariza, 2003).

Bayuelo-Jiménez y Ochoa (2006) realizaron la caracterización morfológica en 44 accesiones del estado de Michoacán y mostraron que las características del fruto: peso, longitud, diámetro, espesor, peso del mesocarpio, relación longitud/diámetro, forma, aroma y textura, fueron determinantes para diferenciar la variabilidad morfológica entre accesiones. En selecciones de los estados de Morelos (Gaona-García *et al*., 2008) y Guerrero (Espinos *et al.,* 2005), demostraron que la mayor variabilidad morfológica de la especie está contenida en caracteres de fruto, particularmente en peso, tamaño y color, cáscara, pulpa y número de semillas.

Estudios moleculares con AFLP´s en 41 selecciones de mamey, provenientes de la colección del Jardín Botánico Tropical Fairchild y de la Universidad de Florida, con accesiones procedentes de Cuba, México, Guatemala, Belice, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica, mostraron que la diversidad genética es mayor en las acceciones de Centro América (Carrara *et al.,* 2004). Arias *et al*. (2015) desarrollaron 368 marcadores de microsatélites en mamey que se pusieron a prueba en 29 individuos de 10 poblaciones (siete silvestres y tres cultivadas) provenientes de México. Los resultados no mostraron una separación clara entre las poblaciones silvestres y las cultivadas, lo que evidencia la mezcla de las poblaciones. El objetivo del presente trabajo fue detectar nuevos materiales con atributos para utilizarse como variedades comerciales y detectar, caracterizar y resguardar la mayor variabilidad genética de estas especies para resolver mediante mejoramiento genético los problemas presentes y futuros de esta especie frutícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta actividad se llevó a cabo mediante el recorrido por huertas comerciales con cultivos intercalados de frutales de mamey y chicozapote, por huertos familiares y huertas a nivel comercial. La metodología de búsqueda de materiales se ajustó de acuerdo a las características de cada tipo de huertas comerciales y de los huertos familiares.

Exploración. Se realizaron recorridos por las áreas comerciales de cítricos intercalados con frutales del sur del estado de Yucatán y por huertos familiares de todo el estado. El criterio para la selección del material a colectar fue la forma del fruto; los materiales con formas y tamaños diferentes fueron colectados en números de 7 a 10 frutos y llevados al laboratorio del Campo Experimental, se dejaron madurar y se llevó a cabo la medición de los parámetros a evaluar.

Ubicación. Durante el recorrido por las huertas los árboles seleccionados para evaluación se marcaron con pintura en el tronco, para su posterior ubicación rápida en caso de que del árbol evaluado se requiera obtener muestras adicionales o caracterización de otras variables, o en caso de ser seleccionado para colectar el material vegetal y propagar en el banco de Germoplasma.

Colecta de frutos. Para verificar el estado de madurez del fruto se realizó una muesca de la superficie externa de la cáscara (epicarpio) y se observó que hubieran cambiado de una coloración verde a naranja rojiza. Los frutos cosechados se envolvieron en papel y se almacenaron en el laboratorio por un lapso de tiempo suficiente hasta alcanzar el punto adecuado de madurez. Se colectarán de 7 a 10 frutos por árbol.

Caracterización morfológica de frutos. Fruto: peso, longitud, diámetro, diámetro de pulpa, diámetro de la cáscara, peso de la cáscara, porcentaje de pulpa, forma, sabor, Aroma, Textura de la pulpa, Color de la pulpa, Sólidos Solubles Totales. *Semillas:* Número de semillas por fruto, diámetro, longitud, color y peso. Las variables de peso se midieron con una báscula digital con precisión de 0.5 gramos, las variables de longitud y grosor se midieron con un vernier digital, los SST con un refractómetro manual de 0-32 ^{o}Brix.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, se muestra la distribución de los materiales de mamey según el peso promedio de los frutos. Esta característica muestra una gran variación entre materiales con un rango que va de 244 hasta 1042 gramos entre los materiales de menor y mayor peso del fruto. El mayor número de materiales (75%) se ubica entre 400 a 750 gramos, mientras que solo uno de ellos presenta un peso superior a los 1000 gramos y otro presenta 244 gramos de peso del fruto.

Cuadro 1. Variación morfológica en frutos del mamey en 44 materiales evaluados.

Parámetros	*Unidad de medida*	*Rango de variación*	*Frecuencia más alta*	*% de materiales en la frecuencia más alta*	*Media poblacional*
Peso del fruto	(g)	244-1042	400-750	75.0	578.5
Longitud del fruto	(cm)	8.37-18.33	12-13	34.0	13.3
Anchura del fruto	(cm)	6,32-12.2	7.0-9.0	86.4	8.4
Semillas por fruto	(No.)	1.0-2.37	1.0-1.5	88.6	1.2
Peso de semillas[z]	(%)	5.17-18.58	8.0-12.0	54.5	10.1
Peso de cáscara[y]	(%)	10.9-23.8	12.0-16.0	77.3	14.4
SST[x]	(%)	22.1-32.0*	26.0-30.0	47.7	28.4
Contenido de pulpa	(%)	60.6-82.5	75-80	50.0	75.5

[Z] Peso expresado en pocentaje.
[Y] Contenido expresado en porcentaje.

La longitud de los frutos presenta una variación de 8.37 a 18.33 cm, con una distribución regular, aunque un 34% de los materiales presenta entre 12 y 13 cm; por el contrario, el ancho de los frutos (figura 4), se concentra entre los 7 y 9 cm (86% de los materiales).

El número de semillas por fruto varía de 1 a 2.37. El peso de las semillas se expresa en porcentaje con respecto al peso total del fruto, dado que este factor está directamente relacionado de forma inversa con el contenido de pulpa. A mayor número de semillas se tendrá un menor porcentaje de pulpa. Se evaluaron materiales cuyas semillas representan del 5 al 7%, mientras que en otros materiales las semillas representan del 14.0 al 18.5% del peso total del fruto. De la misma forma que las semillas, el peso de la cáscara, varía de 10.9 a 23.8% con respecto al peso total del fruto y es otro factor que aunado al peso de las semillas influyen directamente en el porcentaje de pulpa de los materiales.

El porcentaje de pulpa en los materiales evaluados presentó una variación entre 61 y 82% de pulpa con respecto al peso total del fruto, aunque el 88% de los materiales presenta un contenido de pulpa entre 72 y 80%.

En la figura 1, se observan los frutos representativos de cada uno de los materiales evaluados. En estas imágenes se puede observar las diferentes formas de los frutos, las cuales pueden agruparse en por lo menos seis formas diferentes, de las cuales los materiales representativos de cada una de ellas son el 2, 10, 4, 9, 8 y 39.

Figura 1. Frutos representativos de cada uno de los materiales evaluados.

El sabor de los frutos fue de bueno a muy bueno en general, aunque algunos materiales presentaron un sabor de regular a malo. El mamey al igual que la mayoría de los frutos presenta un cierto aroma, sin embargo en cuatro de estos materiales no se percibió ningún aroma u olor agradable. El contenido de fibra, una característica importante en el mamey, se presentó en la inmensa mayoría de los materiales con un contenido de poca a medio en fibra, aunque se logró identificar un material con un contenido muy bajo en fibra y que puede ser considerado como sin fibra.

CONCLUSIONES

Se encontró amplia variabilidad genética entre los diferentes componentes de la calidad de la fruta, entre los que destacan el tamaño y la forma de los frutos, así como el contenido de Sólidos Solubles Totales (SST).

Algunos materiales presentan características promisorias para utilizarse como variedades a nivel comercial.

BIBLIOGRAFÍA

Alia T. I., M. T. Colinas L., M. T. Martínez D. and M. R. Soto H. 2002. Physiological, biochemical and quality factors in sapote mamey (Pouteria sapota Jacq. H.E. Moore & Stearn) fruits during postharvest. Revista Chapingo Serie Horticultura 8: 263-281.

Alia-Tejacal, I., M. T. Colinas L., M. T. Martínez D. y M. R. Hernández S. 2005a. Daños por frío en zapote mamey (Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore & Stearn). I. Comportamiento de volátiles, firmeza y azúcares totales. Revista Fitotecnia Mexicana 28: 17-24.

Alia-Tejacal, I., M. T. Colinas L., M. T. Martínez D. y M. R. Hernández S. 2005b. Daños por frío en zapote mamey (Pouteria sapota). II. Fenoles totales y actividad enzimática. Revista Fitotecnia Mexicana 28: 25-32.

Alia-Tejacal, I., M. T. Colinas L., M. T. Martínez D. y M. R. Soto-Hernández. 2002. Factores fisiológicos, bioquímicos y de calidad en frutos de zapote mamey (Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore & Stearn) durante postcosecha. Revista Chapingo Serie Horticultura 8 (2): 263-271.

Arellano D. N. 2012. Caracterización morfológica, estudio molecular y determinación de azúcares en zapote mamey (Pouteria sapota Jacq. H. E. Moore & Stearn). Tesis de Maestria. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 95 p.

Arenas-Ocampo, M. L., S. Evangelista-Lozano, R. Aranas-Errasquín, A. R. Jiménez-Aparicio and A. G. Dávil-Ortíz. 2003. Softening and biochemical changes of zapote mamey fruit (Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore & Stearn) at different development and ripening stages. Journal Food Biochem 27: 91-107.

Arias R. S., Martínez-Castillo, J., Sobolev V. S., Blancarte-Jasso N. H., Simpson S. A., Ballard L. L., Duke M. V., Liu X. F., Irish B. M. and Scheffler B. E. 2015. Development of a Large Set of Microsatellite Markers in Zapote Mamey (Pouteria sapota (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) and Their Potential Use in the Study of the Species. Journal Molecules 20: 11400-11417.

Balerdi, C.F., Crane, J.H. and Campbell, C.W. (1996) The mamey sapote. Florida Cooperative Extension Service/Institute of Food and Agricultural Sciences/University of Florida. FC-30. 8 p

Bayuelo J.J.S. y I. Ochoa. 2006. Caracterización Morfológica de sapote mamey (Pouteria sapota (Jacq) H.E. Moore y Stearn) del centro occidente de Michoacán, México. Fitotecnia Mexicana 29:9-17.

Carrara S., R. Campbell and R. Shnell. 2004. Genetic variation among cultivated selections of mamey sapote (*Pouteria spp*. Sapotaceae). Proceedings of the Florida State Horticultural Society 117:195-200.

Cen, C. F., C. D. Cituk, S. J. Tun y L. L. Pinzón. 1998. Inducción del prendimiento del injerto en mamey (Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore & Stearn), mediante técnicas agronómicas en vivero. Horticultura y Ganaderia Tropical 7 (18): 1-7.

Díaz-Pérez, J. C., A. Mejía, S. Bautista, R. Zavaleta, R. Villanueva y R. López-Gómez. 2001. Response of sapote mamey (Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore & Stearn) fruit to hot water treatments. Postharvest Biology and Technology 22: 159-167.

Espinos Z. S., C. Saucedo V., A. Villegas M. y M. E. Ibarra E. 2005. Caracterización de frutos de zapote mamey (Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore & Stearn) en Guerrero, México. Proc. Interamer. Soci. Hort. 48: 135-138.

Gaona-García, A.; I. Alia-Tejacal; V. López-Martínez; M. Andrade-Rodríguez; M. T. Colinas-León; O. Villegas-Torres. 2008. Caracterización de frutos de zapote mamey (Pouteria sapota) en el suroeste del estado de Morelos. Revista Chapingo Serie Horticultura 14(1): 41-47.

Gómez-Jaimes, R., D. Nieto-Ángel, D. Téliz-Ortíz, J. A. Mora-Aguilera, C. Nava-Díaz, M. T. Martínez-Damián, M. Vargas-Hernández. 2012. Manejo postcosecha de zapote mamey (Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore and stearn) y su impacto en la calidad de la fruta. Revista Chapingo Serie Horticultura 18(2): 253-262.

Granados F., J. C. 1990. Efecto de los reguladores de crecimiento en la injertación del zapote (Colocarpum sapota). Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture 36:40-42.

Manzano E., J. 2001. Caracteriación de algunos parámetros de calidad en frutos de zapote mamey (Colocarpum sapota) en diferentes condiciones de almacenamiento. Proceddings of the Interamerican Society for Tropical Horticultura 43: 53-56.

Martínez M. A., I. Alia T. y M. T. Colinas L. 2006. Refrigeración de frutos de apote mamey (Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore & Stearn) cosechados en diferenctes fechas en Tabasco, México. Revista Fitotecnia Méxicana 29: 51-57.

Rodríguez-Rojas T. J., M. Andrade-Rodríguez, I. Alia-Tejacal, V. López-Martínez, S. Espinosa-Zaragoza and H. Esquinca-Avilés. 2012. Caracterización molecular de zapote mamey (Pouteria sapota (Jacq.) Moore & Stearn). Revista de la Facultad de Agronomía LUZ 29: 339-354.

Saucedo-Veloz, C., A. Martínez-Morales, S. H. Chávez-Franco y R. M. Soto Hernández. 2001. Maduración de frutos de zapote mamey (Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore & Stearn) tratados con etileno. Revista Fitotecnia Mexicana 24: 231-234.

Villanueva-Arce, R., S. Evangelista L., M. L. Arenas Ocampo, J. C. Díaz-Pérez y S. Bautista B. 2000. Cambios bioquímicos y físicos durante el desarrollo y postcosecha del mamey (Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore & Stearn). Revista Chapingo Serie Horticultura 6(1): 63-72.

Villegas, M. A. y A. Mora A. 2008. Propagación de zapote mamey (Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore & Steam), pp. 41-56. In: El Zapote Mamey en México: Avances de Investigación. Alia T., I., A. Villegas M., V. López M., M. Andrade R., C. M. Acosta D., O. G. Villegas T., D. Guillén S. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE TRES HÍBRIDOS DE CHILE SERRANO (*Capsicum annuum* L.) BAJO DOS LÁMINAS DE RIEGO Y DIFERENTE COLOCACIÓN DE CINTILLA.

Enrique Miguel Valle[1], Gerardo Delgado Ramírez[2], Carlos Miguel Ramos Cruz[1], Juan Estrada Avalos[2], Vicente De Paul Álvarez Reyna[3].

[1]Técnico auxiliar de Investigador del CENID – RASPA, INIFAP, [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]Maestro Investigador, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Periférico y Carretera Sta. Fe, s/n. Torreón, Coahuila.

quiquemiguel89@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el chile serrano ha tenido un incremento considerable en su consumo a nivel mundial, específicamente en la Unión Europea y Estados Unidos. Este incremento se debe a la gran cantidad de inmigrantes que lo demandan. Actualmente, se siembran alrededor de 1.72 millones de hectáreas a nivel mundial, en el que China es el país que presenta una mayor participación en la producción de chile verde con una superficie sembrada de 619,200 hectáreas, la cual representa un 36% de la superficie sembrada mundialmente. Su producción es de 12.5 millones de toneladas, más de la mitad de la producción mundial de chile verde al año (FAO, 2008).

En México existe una extensa diversidad genética de chile verde con alrededor de 40 variedades. Sin embargo, no es el productor más importante, ya que produce un 6.5 por ciento de la producción mundial (SIAP, 2010). En el año 2010 se sembraron aproximadamente 148,759 hectáreas de chile serrano, teniendo un rendimiento promedio de 6.3 toneladas por hectárea en agricultura de temporal y 24.2 toneladas por hectárea bajo riego. Los estados que reportaron los mayores rendimientos a nivel nacional fueron: Sinaloa, Tamaulipas, Nuevo León y Colima con rendimientos promedios que oscilan de 32 a 40 toneladas por hectárea. El estado de Coahuila registró un rendimiento promedio de 26.7 toneladas por hectárea, siendo la Región Lagunera con la mayor superficie sembrada de chile serrano (Financiera Rural, 2010).

Los altos rendimientos de producción de chile serrano alcanzados por los estados líderes, fueron posibles por el uso de alta tecnología de producción, como: avanzados sistemas de riego (en específico el riego por goteo con cintilla), y sobre todo a la producción en invernadero (Delgado, 2012). Aunque, este último presenta alto costo de inversión y manejo, por consiguiente se incrementa costo de producción y por ende baja la rentabilidad del cultivo. Aunado a esto, la tecnología no está al alcance para la mayoría de los productores de chile

serrano. Por tal motivo, los productores no han adoptado esta tecnología y siguen sembrando a campo abierto.

En base a lo anterior, existe la necesidad de tener información acerca de materiales o híbridos que sean apropiados para cada región, así como el consumo de agua requerido durante su ciclo vegetativo desde el trasplante hasta la etapa de producción. Por ello, es conveniente considerar los siguientes factores: clima, suelo, disponibilidad, calidad de agua, disponibilidad y manejo del sistema de riego, etc., con el objeto de garantizar un rendimiento potencial del cultivo y que incremente su rentabilidad, el cual pueda ser de beneficio para los productores que siembran a campo abierto. Este trabajo tuvo como finalidad de evaluar tres materiales de chile serrano con respecto a rendimiento y calidad del fruto (peso, longitud y ancho de fruto), bajo la aplicación de dos niveles de riego y diferente colocación de cintilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en la Relación Agua, Suelo, Planta y Atmósfera (CENID – RASPA), ubicado en el municipio de Gómez Palacio, Dgo., localizado geográficamente a 25^0 31' 57" de longitud N; 103^0 25' 57" de longitud W; y una altura de 1,123 metros sobre el nivel del mar. El clima de la región es desértico, muy árido, con precipitación anual de 250 mm y temperatura media anual de 22 ^{o}C. Las lluvias son en verano, con lluvias invernales que representan alrededor de un 5 a 10.2 por ciento del total anual (García, 1970).

En este estudio se utilizó un diseño experimental bloques completamente al azar con arreglo de tratamientos trifactorial (2^2x3) con cuatro repeticiones; donde el primer factor asumió tres niveles, los cuales correspondieron a tres híbridos de chile serrano: H_1 = Camino Real F1; H_2 = Montero y H_3 = Arista F1. El segundo factor comprendió las láminas de riego, en este se definieron dos niveles: L_1 = 100% de la evapotranspiración máxima y L_2 = 85%; y el tercer factor concierne a la colocación de la cintilla de riego, en la cual se establecieron dos niveles: S_1 = instalado en forma superficial y S_2 = de forma subsuperficial (a 25 cm de profundidad). Con la combinación de los tres factores se tiene un total de 12 tratamientos; cada unidad experimental estuvo conformada por tres camas o surcos con longitud de 6 m y 0.50 m de ancho.

La producción de plántula se realizó en invernadero tipo capilla, ubicado dentro de las instalaciones del Cenid – Raspa. Para la siembra se utilizó charola de poliuretano de 200 cavidades con la finalidad de tener plántula de buena calidad morfológica, se depositó una semilla por cavidad para los tres híbridos. El sustrato que se empleó fue “Peat Moss BM2”, el cual favorece una germinación uniforme y un desarrollo rápido de la raíz. Los estándares que

debe tener la plántula para trasplante es una altura promedio de 16 a 18 cm y poseer de 5 a 6 pares de hojas verdaderas.

La preparación del terreno del lote experimental consistió básicamente en barbecho, doble pasó de rastra, empareje del terreno para evitar altos y bajos, trazo de cama o surco, acolchado e instalación de la cintilla de riego. El arreglo topológico del cultivo es de un ancho de cama de 0.50 m y una longitud de 6 m, la separación entre centro de cama es de 1.5 m. Este arreglo es para una densidad de 44,444 plantas por hectárea.

El tipo de plástico que se utilizó como acolchado fue de calibre 80 y de color negro con orificios a doble hilera a tres bolillo, con una separación entre hileras de 0.20 m y entre planta de 0.30 m. La cintilla de riego se instaló de dos formas: superficial (S_1) y subsuperficial (S_2) a una profundidad de 0.25 m.

El suelo del lote experimental es parte de la serie Coyote, predominante en la región, formada por suelos profundos con textura franco arcillosa. El muestreo se realizó en dos sitios del lote a profundidades de 0-30 y 30–60 cm; con un kilo de tamaño de muestra por profundidad. Las características físicas del suelo que se analizaron: textura; contenido de materia orgánica; capacidad de campo y punto de marchitez permanente. Lo referente a las propiedades químicas se evaluaron las siguientes: nitrógeno disponible; fósforo; potasio; carbonato total; conductividad eléctrica; pH; cationes solubles (Ca, Mg, Na y K); aniones solubles (CO3, HCO3, Cloruros y Sulfatos); micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn y B); porcentaje de sodio intercambiable; relación de absorción de sodio y capacidad de intercambio catiónico. También se determinò la tasa de velocidad de infiltración básica del suelo, mediante la metodología de cilindros infiltrometros. La ecuación que se utilizó fue la de Kostiakov – Lewis:

$$I = Kt^n$$

Donde I = velocidad de infiltración básica (cm.hr^{-1}); t = tiempo (minutos); K y n son constantes.

En base a la topología del cultivo y distribución de los tratamientos, se diseñó el sistema con un gasto de operación de 3420 lt.hr-1 (0.95 lt.seg-1). Se seleccionó una cintilla de riego con separación entre goteros de 30 cm y un gasto por gotero de 1lt.hr-1, esto en base a la textura del suelo predominante en el lote experimental.

El trasplante se realizó cuando la plántula alcanzó los estándares de trasplante, una altura de planta de 16 a 18 cm y cuando tenía de 5 a 6 hojas verdaderas. Se plantaron alrededor de 60 plantas por unidad experimental, de un total de 48 unidades, así como de nueve unidades que se utilizaron de barrera o protección Previamente se le dio un riego de establecimiento para formar un bulbo de humedad. La profundidad del trasplante fue de 8 a 10 cm, la referencia que se tomó para dicha profundidad fue enterrar la planta hasta el primer par de hojas verdaderas.

La programación y aplicación del riego de los tratamientos, se utilizará como herramienta el software “DRIEGO”, el cual fue generado por el personal del Cenid – Raspa; INIFAP (Catalán, *et al*. 2005). Este software se basa principalmente el método del balance de la humedad del suelo, el cual consiste en realizar un cálculo, a través del tiempo, de la cantidad de agua presente en el perfil del suelo ocupado por la raíz del cultivo. Previamente a la programación del riego se tuvo la siguiente información, como: textura, capacidad de campo y punto de marchitez permanente. Esta información es esencial para el funcionamiento del software.

La dosis de fertilización del chile serrano se basó principalmente en la siguiente formulación por hectárea de 220 kg de nitrógeno (N); 90 kg de fósforo (P) como P_2O_5; 150 kg de potasio (K); 60 kg de magnesio (Mg); y 30 kg de calcio (Ca). Previamente se muestreó el suelo para un análisis químico a dos estratos de profundidad (0-30 y 30-60 cm), con el propósito de determinar los nutrientes disponibles y suministrar al cultivo solamente el nutriente faltante.

El control de plagas y enfermedades del chile serrano se aplicó una serie de productos químicos y orgánicos, con la finalidad de proteger el cultivo y evitar un daño el cual influya en los resultados de las variables respuestas evaluadas en el experimento.

Las aplicaciones se realizaron con mochila convencional, la mayoría de los productos se aplicaron al atardecer (después de las 6:00 pm), o por la mañana (antes de las 11:00 am), con la finalidad de garantizar una buena eficiencia de aplicación y distribución del producto, para lo cual también se consideró la velocidad y dirección del viento.

Se programaron ocho cortes (cosechas) al cultivo de chile serrano durante todo el ciclo vegetativo. De las cuales se evaluaron las siguientes variables respuesta: rendimiento acumulado y calidad del fruto (longitud, ancho y peso). El primer corte se realizó cuando los frutos presentaron los estándares de calidad para la cosecha, longitud de 4 a 8 cm y el color paso de verde opaco a brillante.

El rendimiento se determinó pesando todos los frutos recolectados de la parcela útil. Con lo referente a la calidad del fruto, se consideró el promedio de los ocho cortes o cosechas para el análisis estadístico.

Para el análisis estadístico de las variables respuesta (rendimiento, longitud, ancho y peso del fruto) se utilizó como herramienta el software SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0. Las funcionalidades de los componentes SAS están destinadas a acceder a través de interfaces de programación de aplicaciones, en la forma de declaraciones y procedimientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de fruto en verde. Los rendimientos totales de los ocho cortes o cosechas de los tres híbridos de chile serrano. El rendimiento más alto (P≤0.05) se logró en el tratamiento $\boldsymbol{H_3L_1S_2}$ híbrido Arista F1; lámina de riego de 105.1 cm y colocación de la cintilla subsuperficial (enterrada a los 25 cm del nivel del suelo). El rendimiento de fruto verde promedio fue de 39.5 ton.ha^{-1}. El rendimiento más bajo se registró en el tratamiento $\boldsymbol{H_2L_2S_1}$ híbrido Montero; lámina de riego aplicada de 97.2 cm y colocación de cintilla superficial (a nivel del suelo), con un rendimiento promedio de 28.1 ton.ha^{-1}.El tratamiento $\boldsymbol{H_3L_1S_2}$ presento un incremento en rendimiento del 86% con respecto a la media de la producción del estado (Coahuila), la cual fue de 26.7 ton.ha^{-1} (SIAP, 2010).

Eficiencia en uso de agua (EUA) del chile serrano. El tratamiento que presento mejor eficiencia en uso de agua (P≤0.05) fue el tratamiento $\boldsymbol{H_3L_1S_2}$, que presento el mayor rendimiento de fruto en verde. La eficiencia en uso de agua promedio fue de 3.89 kg.m-3 (Cuadro 10). La eficiencia más baja se presentó en el tratamiento $\boldsymbol{H_2L_2S_1}$ con 2.88 kg.m-3.El tratamiento $\boldsymbol{H_3L_1S_2}$ fue más eficiente con un 43.8% con respecto al tratamiento que obtuvo el valor más bajo en eficiencia de uso de agua.

Calidad del fruto. La calidad del fruto se determinó en base a: longitud, ancho y peso de fruto. Lo cual se realizó en 10 chiles en cada tratamiento, y bloque. La longitud de fruto más alta se presentó en el tratamiento $\boldsymbol{H_3L_1S_2}$ con un valor de 7.94 cm (P≤0.05). La menor longitud fue de 4.85 cm, y se presentó en el tratamiento $\boldsymbol{H_2L_2S_2}$ (Cuadro 9). El tratamiento $\boldsymbol{H_3L_1S_2}$ presento un incremento en longitud de fruto de 64% con respecto al tratamiento que presento la menor longitud promedio de fruto. El mejor ancho de fruto se registró en el tratamiento $\boldsymbol{H_3L_1S_2}$, con un valor de 1.56 cm (Cuadro 10). El ancho promedio más bajo fue de 1.31 cm, presentándose en el tratamiento $\boldsymbol{H_1L_2S_2}$. El mejor tratamiento presentó un incremento en ancho de fruto de 19% con respecto al tratamiento que registro el menor ancho de fruto. El peso de fruto en los híbridos evaluados fue diferente. En el hibrido Arista F1 fue 8.28 gr, mayor que el hibrido Montero con 4.99 gr, pero superior al hibrido Camino real con 4.69 gr.El mejor de peso de fruto se registró en el tratamiento $\boldsymbol{H_3L_1S_2}$, con un 8.93 gr (Cuadro 11). El peso más bajo fue de 4.47 gr, el cual se presentó en el tratamiento $\boldsymbol{H_1L_2S_2}$. El mejor tratamiento presentó un incremento en peso de fruto de 99.7% con respecto al más bajo de los tratamientos.

CONCLUSIÓN.

El mayor rendimiento, calidad y uso eficiente del agua del cultivo del chile serrano bajo los factores de hibrido, colocación de cintilla y lamina de riego se obtuvieron en el hibrido arista, con cintilla subsuperficial y lamina de riego al 100% de la evapotranspiración.

Por lo tanto, se recomienda establecer en la región el material Arista F1, programando el riego al 100% de su evapotranspiración, así como colocar la cintilla de riego de forma subsuperficial, o sea, a una profundidad del suelo de 25 cm, todo esto, con la finalidad de obtener los mejores rendimientos y calidad de fruto del chile serrano, con el propósito de incrementar la productividad del cultivo y un manejo sustentable del recurso agua.

BIBLIOGRAFÍA

Catalán, V. E. A. 2005. Aplicación computacional en red para la estimación de las demandas de agua y la calendarización de los riegos de los cultivos en los distritos de riego del país. Revista: Agrofaz 5.

Delgado, R.G., M.M. Villa C., M.A. Inzunza I., E.A. Catalán V., y A. Román l. 2012. Efecto de tres soluciones nutritivas en la calidad de plántula de tres híbridos de chile serrano. Memoria. Congreso nacional de la ciencia del suelo. Realizado en la ciudad de zacatecas, zacatecas, México.

García, E. 1970. Modificaciones al sistema de clasificación climática de koppen (adaptado a las condiciones de la república mexicana). Instituto de geografía de la UNAM, para la comisión de estudios del territorio nacional.

FAO. 2008. propuestas de nuevos trabajos para normas del codex sobre el chile fresco y el ajo. 14a. reunión del comité del codex sobre frutas y hortalizas frescas. México, d.f. México.

DENSIDAD, ÍNDICE, Y TAMAÑO DE ESTOMAS EN HOJAS DE ZARZAMORA TUPI

Víctor Manuel Reyes Salas[1], Juan José Galván Luna[1], Marco Antonio Bustamante García[1], Fabiola Aureoles Rodríguez[1], Hugo Rancaño[1]

[1] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México

INTRODUCCIÓN

La industria de la zarzamora en México inicia a mediados de los 80´s cuando se establecen los primeros huertos comerciales en el estado de Morelos. (Rivera et al., 2000).

Las variedades con las que se iniciaron las primeras plantaciones fueron, Cherokee, Comanche, Cheyenne, Shawnee, Choctaw y Brazos originarias en el programa de mejoramiento genético de la Universidad de Arkansas de E.U.A. , (Arteaga 2002)

Una de las limitantes para el cultivo de la zarzamora es el requerimiento de frío, por lo que muchos cultivares no desarrollan bien en el territorio nacional por el clima cálido, aunque ciertas experiencias indican que algunos cultivares como 'Brazos' y 'Rosborough' pueden adaptarse a estas condiciones (Moore, 1994).

Mediante el mejoramiento genético se han desarrollado cultivares de zarzamora de bajo requerimiento de frío, en Brasil han sido liberados cultivares como 'Ebano', 'Negrita','Tupi' y 'Guarani'. (Raseira et al., 1992) Tupi es una variedad producto del cruzamiento de "Uruguay" y "Comanche "realizado en el Centro Nacional de Pesquisa Fruteiras de climas temperado de Pelotas Brasil, es una planta con grandes espinas muy vigorosa de porte erecto que produce una fruta grande de un color uniforme de un sabor equilibrado por su acidez y su contenido de azúcar, el fruto es firme con semillas pequeñas, piel resistente y aroma atractivo (Santos y Raseira, 1988) lo que la hace mas atractiva para exportación.

Por su adaptación y productividad, actualmente en el estado mexicano de Michoacán, que es el más productor con la mayor superficie plantada. El 90% de las plantaciones se han cambiado a la variedad Tupi.

Sin embargo aunque es una variedad de gran importancia comercial existe poca información disponible sobre las características morfo anatómicas de la planta. Por lo que el objetivo del presente trabajo es estudiar las estructuras celulares como los estomas que están relacionados con importantes funciones fisiológicas como la fotosíntesis y la respiración, las cuales

repercuten en el rendimiento y la calidad de fruto así como en la acumulación de biomasa en la planta. (Costa et al. 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, México, en el 2012, El material vegetal evaluado fueron 10 plantas de zarzamora variedad tupi de 1 año de edad de las que se tomaron 3 hojas por planta una del tercio basal, una del tercio medio y una del tercio apical de un tallo principal totalmente expandidas, maduras, y con la misma orientación. De cada hoja, se desprendieron los 5 foliolos a los cuales se les tomo una impresión epidérmica del haz (adaxial) y otra del envés (abaxial), utilizando poliestireno-xilol en forma líquida, el que se aplicó sobre la superficie foliar con un pincel. Después de que se secó la película, ésta fue removida con un trozo de cinta adhesiva transparente y se montó sobre un portaobjetos. En cada impresión se observaron tres campos microscópicos al azar a 40X, analizando 45 campos del microscopio por planta, de la superficie adaxial y 45 de la superficie abaxial, De cada campo se tomó una microfotografía, en la que se contaron los estomas y las células epidérmicas, además se midió el largo (µm) de las células oclusivas de dos estomas en cada una de los campos del microscopio, de manera que se midieron 90 estomas de la superficie adaxial y 90 de la superficie abaxial por planta. La densidad estomática se obtuvo de la siguiente forma:

DE = Número de estomas / 0.02479 mm ^{2} (área de la imagen del campo) = estomas por mm ^{2}

Para obtener el índice estomático se utilizó la siguiente fórmula: **IE** = N° de estomas / células epidérmicas + N° de estomas × 100 (Wilkinson,1979). Se utilizó un microscopio compuesto (Labomed) con cámara digital (DigiPro 4) y un software de medición (AxionVision Rel. 4.8)

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza en un diseño factorial AxB con 10 repeticiones donde: El factor(A) corresponde a la posición de la hoja en la planta presentando tres niveles (tercio basal, medio y apical), El factor (B) corresponde ala superficie de la hoja presentando dos niveles, haz (adaxial) y envés (abaxial), para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey (P = 0.05). Se utilizó el programa estadístico de SAS versión 9.0 (Cary, EUA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad e índice Estomática en las hojas del tercio basal medio y apical :

Una vez realizado los análisis no se observo una diferencia significativa (P = 0.05) en la densidad estomática en la superficie adaxial, de las hojas del tercio basal, medio y apical ya que

se presentaron promedios de 4.74, 4.54 y 4.68 estomas /mm^2. Con lo que respecta al índice estomático los valores no presentaron diferencias significativas (P = 0.05) ya que los promedios fueron de 2.35, 2.25 y 2.32 para las hojas del tercio basal medio y apical respectivamente. (Cuadro 1)

En la superficie abaxial, la densidad estomática de las hojas del tercio basal medio y apical no se presento una diferencia significativa (P = 0.05) ya que los promedios fueron de 113.22, 113.16 y 113.6 estomas /mm^2. Con lo que respecta al índice estomático los valores no presentaron diferencias significativas (P = 0.05) ya que los promedios fueron de 36.50, 36.48 y 36.47 para las hojas del tercio basal medio y apical respectivamente. (Cuadro 1) por lo que la posición de la hoja no tiene un efecto en el número de estomas, contrario a lo que menciona Roth et al. (1986) Donde plantearon que en los estudios relacionados con la anatomía foliar, se deben considerar fenómenos anatómicos individuales tales como los índices estomáticos (IE), y que este valor puede variar dentro de la misma hoja según la parte del limbo que se utilice (ápice, media o base), en el mismo individuo cuando se consideran las hojas de diferente posición en la planta.

Cuadro1.- Densidad e índice estomática de las hojas, en el tercio basal medio y apical de un tallo principal en zarzamora Valores con la misma letra en la columna son estadísticamente iguales (Tukey, P = 0.05).

Hojas	**Superficie**			
	Adaxial		Abaxial	
	DE	**IE**	**DE**	**IE**
	Estomas/mm^2	%	Estomas/mm^2	%
BASAL	4.74a	2.35 a	113.22 a	36.50 a
MEDIA	4.54 a	2.25 a	113.16 a	36.48 a
APICAL	4.68 a	2.32 a	113.10 a	36.47 a

Densidad e índice Estomática en la superficie foliar adaxial y abaxial:

Una vez realizado los análisis se observo una diferencia altamente significativa (P = 0.05) en la densidad estomática de la superficie adaxial en las hojas de las diferentes posiciones presento un promedio de 4.6 estomas por milímetro cuadrado mientras que en la superficie abaxial el promedio de estomas fu de 113.1 por milímetro cuadrado. (Cuadro 2) Así mismo las diferencias se presentaron el índice estomático ya que en la superficie adaxial de las hojas basales medias y apicales presentaron un promedio de 2.30 porciento mientras que en la superficie abaxial el promedio fue de 36.4 porciento. (Cuadro 2)De acuerdo a lo anterior esto concuerda con lo

reportado por Sánchez-Díaz y Aguirreolea (1996) donde reportan que los estomas tienden a ser más frecuentes en la superficie abaxial de las hojas en algunas especies. Flores-Vindas, (1999) mencionan que las plantas se clasifican como anfiestomáticas cuando presentan estomas en ambas superficies, adaxial y abaxial, por lo que Las hojas de zarzamora entran en esta clasificación.

Cuadro2.- Densidad e índice estomática en la superficie adaxial y abaxial de las hojas, en un tallo principal en zarzamora Valores con la misma letra en la columna son estadísticamente iguales (Tukey, *P* = 0.05).

Superficie	**Hojas**					
	Densidad Estomatica Estomas/mm^2			**Índice Estomatico** %		
	BASAL	MEDIA	APICAL	BASAL	MEDIA	APICAL
ADAXIAL	4.74 b	4.54 b	4.68 b	2.35 b	2.25 b	2.32 b
ABAXIAL	113.22 a	113.16 a	113.10 a	36.50 a	36.48 a	36.47 a

Tamaño de Estomas en la superficie adaxial y abaxial

En los estomas de la superficie adaxial de las hojas basales medias y apicales se observo un tamaño promedio de 40.04 µm mientras que en la superficie abaxial presentaron un tamaño promedio de 32.47 µm esto concuerda con lo reportado por Valerio *et al*. (2002) y Vandenhout *et al*. (1995), donde encontraron que los niveles más bajos de ploidía presentaban densidades estomáticas más altas y estomas pequeños, y a la inversa los niveles de ploidía más altos presentan menor densidad estomática y estomas grandes por superficie foliar.

Cuadro3.- Tamaño de los estomas en la superficie adaxial y abaxial de las hojas, en un tallo principal en zarzamora Valores con la misma letra en la columna son estadísticamente iguales (Tukey, *P* = 0.05).

Superficie	**Hoja**		
	BASAL (µm)	MEDIA (µm)	APICAL (µm)
ADAXIAL	40.25 a	40.17 a	39.70 a
ABAXIAL	33.54 b	33.09 b	30.79 b

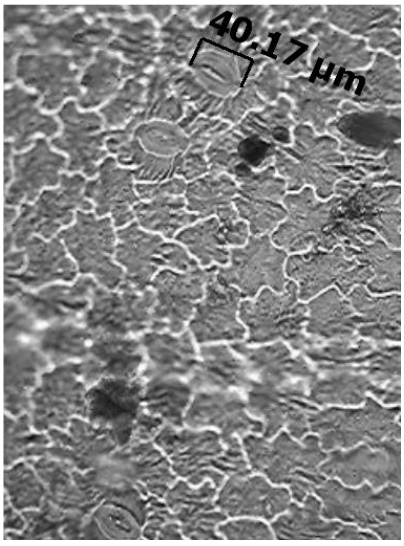


Figura 1.- Impresiones de la epidermis dé la superficie adaxial de hojas de *zarzamora*. Distribución y tamaño de los estomas.

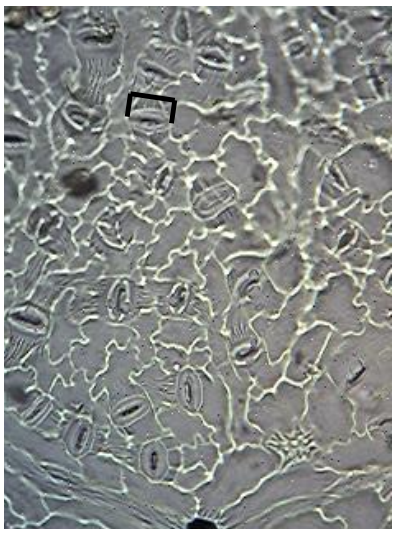
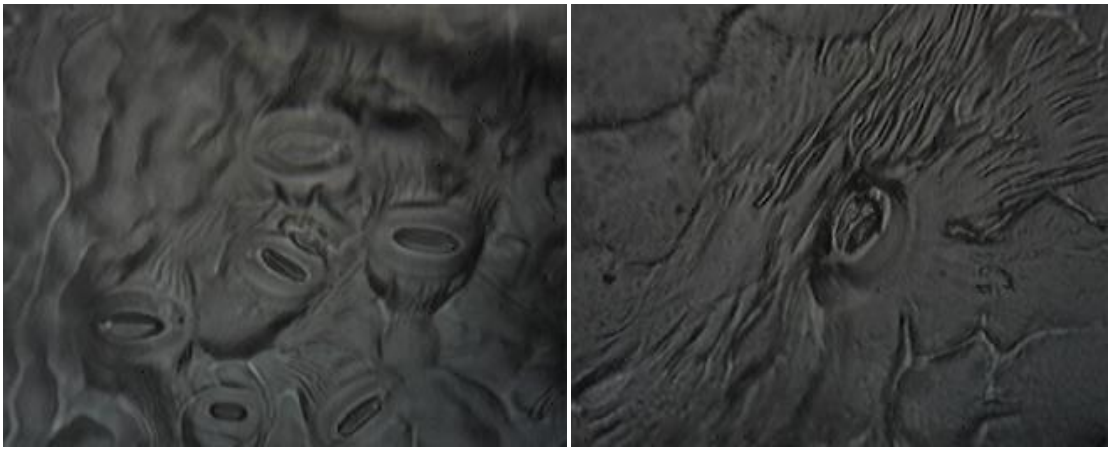


Figura 2.- Impresiones de la epidermis dé la superficie abaxial de hojas de *zarzamora*. Distribución y tamaño de los estomas,

Tipos de estomas de la superficie abaxial y adaxial

La disposición de las células epidérmicas alrededor de las células oclusivas permitió clasificar a los estomas como anomocíticos. Además se observo que los estomas no están al mismo nivel de las células epidérmicas,tanto para la superficie abaxial y adaxial en las hojas de zarzamora.



CONCLUSION

La posición de la hoja en la planta no afecto la cantidad de estomas en la superficie foliar, Las laminas foliares resultaron ser anfiestomáticas, el mayor numero de estomas se presento en la superficie adaxial mientras que en la superficie abaxial los estomas fueron los de mayor tamaño. Los estomas no están al mismo nivel de las células epidérmicas, tanto en la superficie abaxial como en la adaxial.

BIBLIOGRAFIA

Arteaga 2002 taller teorico-practico sobre el cultivo de la zarzamora Rubus s.p. Experiencias en los Reyes, Michoacán 9p

Costa M.A.P., Mendes B.M.J. y Mourão-Filho F.A.A. 2003. Somatic hybridization for improvement of citrus rootstock: production of five combinations with potential for improvement disease resistance. *AustralianJournal Experimental Agriculture* 43:1151-1156

Flores-Vindas, E. 1999. La planta. Estructura y función. Vol 1. Libro Universitario Regional.(LUR). Costa Rica.

MOORE, J. N. 1994. Mejoramiento genético, manejo y perspectivas de la zarzamora en América del Norte. Memorias de la 1a. Reunión Internacional y 2ª. Reunión Nacional de Frutales Nativos e Introducidos. Montecillo, México. pp. 167-178

RASEIRA, M. C. B.; NAKASU, B. H.; SANTOS, A. M.; FORTES, J. F.;MARTINS, O. M.; RASEIRA, A.; BERNARD, J. 1992. The CNPFT/EMBRAPA fruit breeding programs in Brazil. HortScience 27: 1154-1157

RIVERA G., G.; GARCÍA F., F.; MURATALLA L., A. 2000. La zarzamora (*Rubus ulmifolius*): Su mercado y costos de producción, un estudio de caso en San Juan Tezontla, Texcoco, Edo. De México. Economía y Administración Agropecuaria 4: 23-37

Roth, I., T. Merida y H. Lindorf. 1986. Morfología y anatomía foliar de plantas de la Selva Nublada de Rancho Grande. Parque Nacional “Henry Pittier”. El ambiente físico, ecología general y anatomía vegetal. Fondo Editorial Act. Cient. Venezolana. 205-241 p.

Sánchez, M. y J. Aguirreolea. 1996. Relaciones hídricas. En: Azcon-Bieto, J. y M. Talon (eds).Fisiología y bioquímica vegetal. Edigrafos. Madrid. España. 49 – 90 pp.

SANTOS, A. M. dos; RASEIRA, M. do C. B. Lançamento de cultivares de amoreirapreta. Pelotas : EMBRAPA – CNPFT, 1988. n.p. (EMBRAPA: Informativo 23).

Valerio R., Lindorf H. y García de G.E. 2002. Anatomía foliar comparada de ocho cultivares de banano con relación a la resistencia o susceptibilidad a la Sigatoka (amarilla y negra). *Agronomía Tropica* **52**:507-521.

Vandenhout H., Ortiz R., Vuylsteke D., Swennem R. y Bai K.V.1995. Effect of ploidy on stomatal and other quantitative traits in plantain and banana hybrids. *Euphytica* **83**:117-122.

Wilkinson H.P. 1979. The plant surface (mainly leaf). En: Metcalfe C.R. y Chalk L. Eds. *Anatomy of the Dicotyledons*, 2nd ed. Vol. 1, pp. 97-165, Clarendon Press, Oxford

UNA APROXIMACIÓN A LA RESPUESTA CLIMÁTICA DE *Quercus canbyi* Trel. EN EL NORESTE DE MÉXICO

Vicenta Constante García[1], José Villanueva Díaz[1], Artemio Carrillo Parra[2] y Palmira Bueno Hurtado[1]

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. CENID-RASPA. Canal Sacramento Km. 6.5, Gómez Palacio, Durango. 2 Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Universidad Juárez del Estado de Durango UJED. Boulevard del Guadiana # 501. Ciudad Universitaria, Durango, Dgo.
constante.garcia@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÒN

Se considera que existen 500 especies de encinos *Quercus* spp. en el mundo (Romero *et al.,* 2002) de las cuales, México tiene entre 135 a 150 especies, donde cerca de 100 son de carácter endémico, razón por la que se considera centro de riqueza y evolución de éste género (Luna *et al.,* 2003).

Por otra parte, en cuanto aprovechamiento forestal, el género *Quercus* es el segundo más utilizado en la industria forestal maderable al generar 0.5 millones de m^3r (9.5%) encontrándose en primer lugar el género *Pinus* con 4.3 millones de m^3r (76.0%) (Semarnat, 2014).

A pesar de la diversidad de encinos y de su importancia en la industria forestal, existen pocos estudios en el país acerca de sus crecimientos anuales (Mas, 2013); aunque, es necesario resaltar la existencia de estudios básicos sobre la descripción anatómica que evidencian la producción de los mismos (De La Paz *et al.,* 1998, 2008) éstos no dejan en claro que, efectivamente sean anuales, información que vendría a fundamentar el manejo en la producción maderable.

En este sentido, la dendrocronología disciplina encargada de fechar con exactitud los anillos de los árboles, indica que en la definición exacta de la formación de anillos, se deben considerar cuatro principios fundamentales: 1) los arboles deben formar sólo un anillo por año; 2) el crecimiento de un árbol, resultado de factores tanto genéticos como ambientales, deber reflejar el dominio de un factor limitante; 3) el factor limitante debe variar en intensidad año con año y la anchura de cada anillo producido debe reflejar ésta variación; 4) la variable limitante del crecimiento debe ser uniforme y dominante sobre el área de estudio (Fritts, 1976).

Lo anterior, es de gran relevancia, puesto que áreas con estaciones marcadas determinan en gran medida la producción de anillos anuales de crecimiento (Fritts, 1976). Los objetivos del

presente estudio consistieron en definir con exactitud los crecimientos del encino y analizar la respuesta climática de los mismos a fluctuaciones en la precipitación.

MATERIALES Y MÈTODOS

Ubicación del área

El área de estudio se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental, sub-provincia Gran Sierra Plegada; la geología está compuesta por rocas sedimentarias surgidas del lecho marino, durante el cretácico superior (Rzedowski, 1978). La edafología pertenece a un suelo de tipo Litosol (Clasificación FAO-UNESCO, 1998). La vegetación se clasifica como Bosque Mixto de *Quercus* y *Pinus* (Salinas, 2012). De acuerdo con el sistema climático de Köppen, modificado para la República Mexicana por García en (1973), el clima en esta región se caracteriza como semi-seco y semi-cálido; presenta lluvias de verano, así como 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. Las colectas de los árboles se realizaron dentro del estado de Nuevo León, específicamente en los municipios de Galeana e Iturbide (Figura 1).

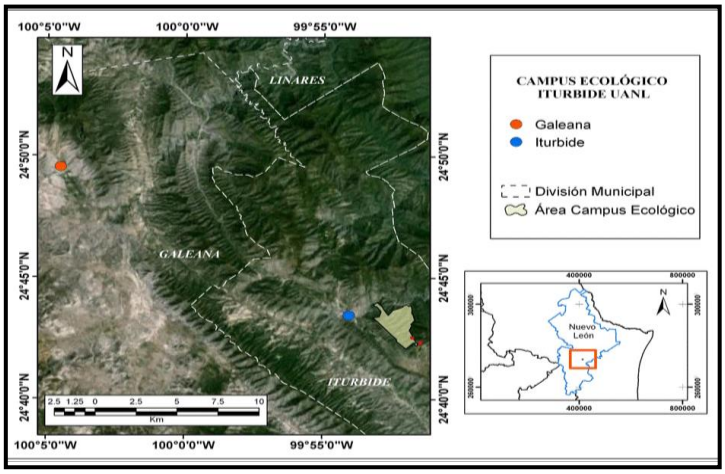


Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo en municipios del estado de Nuevo León.

Procesamiento de las muestras, medición y datado de los crecimientos

Para analizar los crecimientos de Quercus *canbyi* se utilizaron rodajas de 4 árboles, de igual manera, se tomaron de dos a tres muestras procedentes de 18 árboles, utilizando una barrena Pressler a 1.30 m de altura.

Con la finalidad de mantener la integridad de las muestras, las virutas extraídas se procesaron de acuerdo a procedimientos estándar; para la visualización de los crecimientos, se realizó un lijado gradual con limas de 60 a 1500 granos (Stokes y Smilley, 1968; Villanueva *et al*., 2009b).

Se utilizó un estereoscopio 10X para una debida sincronía entre los crecimientos, comparando entre sí, todas las muestras obtenidas en campo; de esta manera, disminuyó la posibilidad de tomar en cuenta falsos crecimientos y la detección de anillos ausentes. Una vez definido un patrón de crecimiento se asignó el año de formación y se procedió a medir cada anillo a través del programa Measure J2X para Windows, posteriormente se verificó la calidad del datado a través del programa COFECHA (Holmes, 1983).

Generación de cronologías y función de respuesta

La generación de cronologías o series dependientes del clima, se llevó a cabo al eliminar el efecto de ruido, no perteneciente al clima; esto es, a través de la aplicación de una curva exponencial negativa y posteriormente un modelo autorregresivo, para ello se utilizó el programa R versión 3.5 (paquete Dplr).

Para verificar la influencia del clima sobre los crecimientos, se utilizó una función de respuesta o bien un análisis de correlación entre los índices de ancho de anillo total del encino y el promedio de precipitación mensual durante el período de registros disponibles (1960-2010). La serie de ancho de anillo total fue asociada con datos climáticos de la estación meteorológica Iturbide, localizada en el municipio de Iturbide, Nuevo León.

RESULTADOS

Es importante mencionar que los crecimientos del encino presentaron dificultad para el datado, debido principalmente a la irregularidad en su fuste y la tendencia a presentar pudriciones. En total, se dataron 11 muestras de 8 individuos (Figura 2). El programa COFECHA indicó una intercorrelación entre series de 0.62, muy superior al valor de referencia de 0.32 dado por el mismo programa.

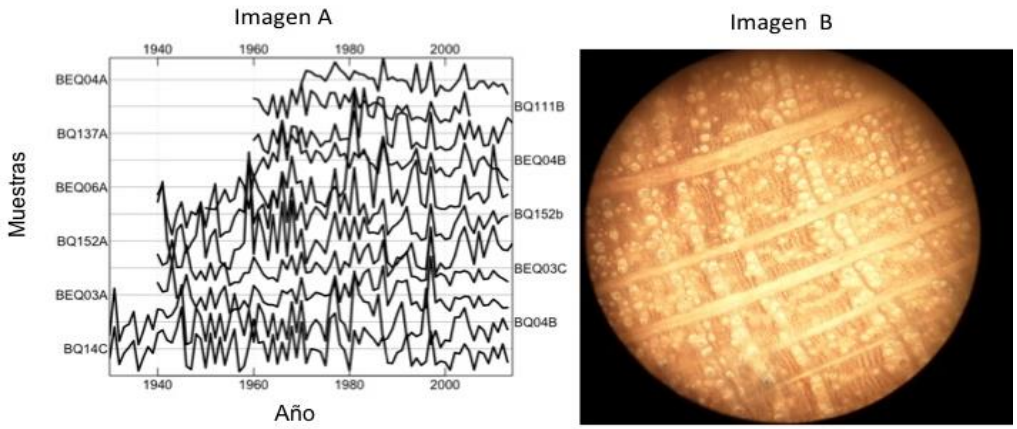


Figura 2. En la imagen **A** se puede apreciar la sincronía de las muestras involucradas, y en la Imagen **B,** se ilustran los crecimientos del *Quercus canbyi* a través de un estereoscopio 10X.

La cronología residual mostró una longitud de 80 años (1930 al 2013) (Figura 3).

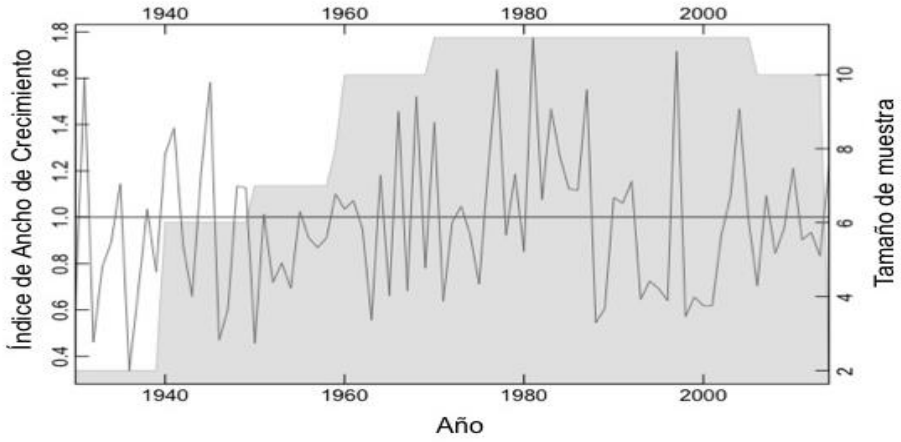


Figura 3. Cronología residual de anillo total del *Quercus canbyi*. La parte gris representa el tamaño de muestra a través del periodo de tiempo.

Se pudo observar que la precipitación tiene una influencia positiva en los crecimientos del *Quercus canbyi*, para el periodo enero a julio, y específicamente los meses de enero, abril y mayo resultaron ser significativos al 95 % de confianza. Por otra parte, es notable una asociación relativamente baja en el resto del año (agosto-diciembre), la cual muestra una tendencia negativa (Figura 4).

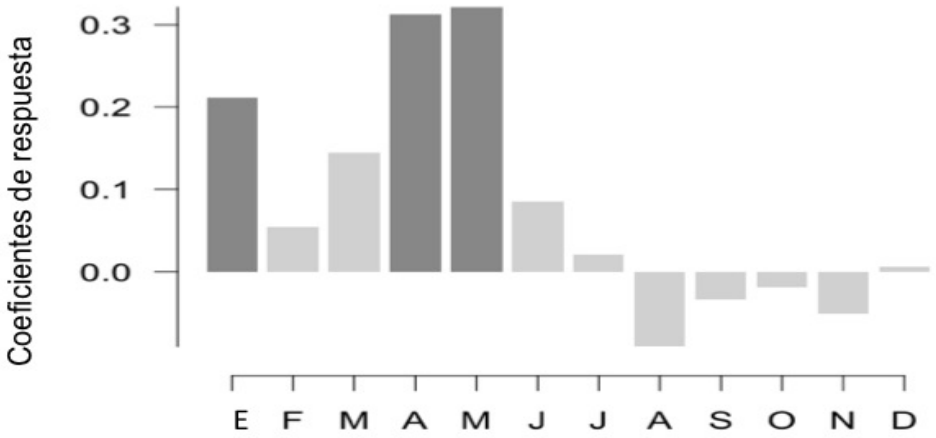


Figura 4. Función de respuesta entre los datos de precipitación y la cronología de ancho de anillo. Las barras con la tonalidad más obscura indican un correlación significativa ($p<0.05$) entre las variables.

Los respuesta de las especies arbóreas para el noreste de México, específicamente de los géneros *Pinus* y *Pseudotsuga* tienen una influencia en su crecimiento de la precipitación invernal (Santillán, 2008; Constante *et al*., 2009; Villanueva *et al*., 2009a; Cerano *et al.*, 2011). Las lluvias que ocurren en esta época, al ser de baja intensidad, se almacenan en el perfil del suelo, para luego aprovecharse al inicio de la estación de crecimiento (Meko *et al*., 1996).

CONCLUSIÒN

Se concluye que las bandas de crecimiento del *Quercus canbyi* son de carácter anual y su tamaño está influenciado por la precipitación invierno-primavera; en particular, los meses de enero, abril y mayo. Por otra parte, la sincronía de sus crecimientos permite un datado exacto al año de formación, por lo que ésta especie presenta potencial para reconstrucción de variables climáticas y para estudios de manejo forestal.

BIBLIOGRAFÍA

Cerano P. J., Villanueva, D.J., Valdez Cepeda, R.D., Cornejo O E. H. Sánchez C. I. y V. Constante García. 2011. Variabilidad Histórica de la precipitación reconstruida con anillos de árboles para el Sureste de Coahuila. Rev. Mex. Cien. For. Vol. 3 (4):33-46.

Constante G.V., Villanueva D.J., Cerano P.J., Cornejo, O. E. H., y S. Valencia Manzo. 2009. Dendrocronología de *Pinus* cembroides Zucc. Reconstrucción de precipitación estacional para el sureste de Coahuila. Rev. Ciencia Forestal en México. Vol. 34. Núm. 106.

De la Paz P. O. C. y R. Dávalos Sotelo. 2008. Algunas características anatómicas y tecnológicas de la madera de 24 especies de *Quercus* (encinos) de México. Madera y Bosques 14(3):43-80.

De la Paz P. O. C., Campos R.A., Quintanar I A y R. Dávalos Sotelo. 1998. Estudio anatómico de la madera de cinco especies del género *Quercus* (Fagaceae) del estado de Veracruz. México. Madera y Bosques 4(2):45-65.

FAO. UNESCO. 1988. Soil map of the world. Revised Legend. FAO. Roma.119 p.

Fritts, H.C. 1976. Tree-rings and Climate. Academic Press, London, New York , San Francisco.

Holmes, R.L. 1983. Computer-assited quality control in tree-ring dating and mesurement. Tree-Ring Bulletin 43: 69-78.

Luna J., A. D. L., Montalvo E., L y B. Rendón Aguilar. 2003. Los usos no leñosos de los encinos en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 72: 107 – 117.

Mas P., 2013.Importancia de los Encinos en el Manejo y Aprovechamiento Forestal. Comisión Forestal del Estado de Michoacán. Programa de aprovechamiento de Bosques de Pino-Encino en el Estado de Michoacán.

Meko, D. C., W. Stockton y W. R. Boggess. 1996. The tree- ring record of severe sustained drought. WaterResource. Boletin 31: 789-801.

Romero, R. S., Rojas, Z. E. C. y M.L. Aguilar, E. 2002. El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. Annals of the Missouri Botanical Garden, 89: 551 – 593.

Salinas, R. M.M. 2012. Flora y fitogeografía del cañón de Iturbide, Nuevo León, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. Linares N.L. México. 127p.

Santillán, H. M. 2008. Dendrocronología de diez poblaciones de Pinus pinceana Gordon de la Sierra Madre Oriental. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Departamento Forestal. Buenavista, Saltillo, Coahuila.120 p.

SEMARNAT. 2014. Anuario Estadifico de la Producción Forestal. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. Coyoacán México. D.F.

Villanueva D. J., Cerano J., Constante G.V., Fulé P. Z y E. Cornejo-Oviedo. 2009a. Variabilidad hidroclimática histórica de la Sierra de Zapalinamé y disponibilidad de recursos hídricos para Saltillo, Coahuila. Madera y Bosques 15(3): 45-64.

Villanueva, D. J., Cerano, P.J., Vázquez, S.L., Stahle, W. D., Fulé, Z. P. Yocom L L., Franco R. O y J.A. Ruiz C. 2015. Red dendrocronológica del pino de altura (*Pinus hartwegii* Lindl.) para estudios dendroclimáticos en el noreste y centro de México. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. UNAM. No. 86. 5-14 p.

Villanueva, D.J., Cerano, P.J., Constante, G. V., Montes G. L. E y L. Vázquez S., 2009b. Muestreo. dendrocronológico: colecta preparación y procesamiento de núcleos de crecimiento y secciones transversales. Folleto Técnico Número 13. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo. Planta. Atmósfera. Gómez Palacio Durango. México.

PRODUCCIÓN PECUARIA

ASOCIACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE Y LA PRODUCCIÓN LÁCTEA DE CABRAS CRIOLLAS EN UN AGOSTADERO SEMIÁRIDO

C.A. Rosales Nieto[1*], L. I. Vélez Monroy[2], M. Flores Najera[3], F. Morón Cedillo[4], J. Urrutia Morales[1]

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental San Luis, San Luis Potosí, 78431, México.*Autor correspondencia (Email nieto_cesar@hotmail.com), [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna, 27440, México. [3] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas, 98500, México. [4] Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78321, México.

INTRODUCCIÓN

Los caprinos asentados en la región árida y semiárida de México, generalmente, no alcanzan a cubrir los requerimientos nutricionales de mantenimiento, gestación y/o lactancia, debido a que en estas regiones el alimento disponible en el agostadero es escaso la mayor parte del año. Sin embargo, esta situación se acrecienta durante la época de estiaje, el cual ocurre, generalmente, de noviembre a febrero; ya que va aunado con las pariciones de los empadres realizados en Agosto – Septiembre.

La alimentación limitada afecta negativamente la eficiencia productiva y reproductiva de las cabras reproductoras (Rhind et al., 1998; Kusina et al., 2001). Adicionalmente, la consecuencia de que la glándula mamaria no tenga un desarrollo apropiado antes del parto causaría que la producción y calidad de calostro y leche sea limitada o inhibida (O'Doherty y Crosby, 1996; Nørgaard et al., 2008; Swanson et al., 2008). Al existir un bajo peso al nacimiento y limitada producción de calostro y leche reduciría el vínculo materno (Ramírez-Vera et al., 2012) e incrementaría la mortalidad perinatal (Scales et al., 1986; Decaluwé et al., 2014). De tal manera que existe una fuerte correlación entre la producción materna de leche y la tasa de crecimiento de la progenie (Afolayan et al., 2009).

El potencial lechero de la cabra criolla en el Altiplano Potosino esta aun por ser definido y descrito. Hasta al momento no se ha descrito debido a que la producción de leche es considerada como un producto secundario; dado que la producción y calidad es muy variable (< 500 ml día^{-1}; Sánchez de la Rosa et al., 2006). Lo que hace suponer que la productividad de los rebaños se ubica por debajo de la tercera parte de su potencial. Se sabe que la producción de leche varía entre hembras, inclusive dentro del mismo genotipo (Burris y Baugus, 1955; Snowder y Glimp, 1991). Parte de esta variación se debe a diferencias en la masa corporal, con las hembras más pesadas produciendo más leche que las hembras más ligeras. Adicionalmente

la calidad y producción de leche puede ser afectada por manipulación nutricional (Morand-Fehr y Sauvant, 1980). Por lo tanto, la producción de leche es un componente importante para la crianza de un recién nacido y un factor limitante en aquellas razas con bajo potencial productor de leche.

El saber esto ayudará a desarrollar estrategias de suplementación alimenticias para los rebaños caprinos de agostadero que repercutirá en la productividad y en la disponibilidad de alimentos de origen animal (carne y leche) para el consumo humano. Por lo que el objetivo del trabajo fue asociar la composición química de las plantas consumidas por los caprinos durante la época de estiaje con el volumen de producción de leche de cabras criollas mantenidas en un agostadero semiárido del centro de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de Mayo 2014 a Abril 2015 en la comunidad de Encarnación del municipio de Ahualulco, San Luis Potosí (Latitud 22.4°; Longitud 101.3°). En esta zona, el clima es considerado seco estepario, con una temperatura media anual de 19° C, una máxima absoluta de 42.6° C y una mínima absoluta de 1° C. Durante el estudio se registraron 82 mm de precipitación; siendo febrero (23.8 mm) y Marzo (50.5 mm) los meses con mayor precipitación registrada (Figura 1). La temperatura cálida comprende los meses de abril a septiembre y el periodo frío de octubre a mayo (Medina et al., 2005). La vegetación predominante es el matorral desértico, microfilo, matorral espinoso, izotal, cardonal, pastizal y gobernadora.

Se utilizaron 20 cabras Criolla x Nubia de dos años de edad, las cuales fueron sincronizadas y empadradas en el mes de julio. Las cabras parieron en el mes de diciembre. La alimentación se basó en el pastoreo de la vegetación disponible en el agostadero por un periodo de siete horas diarias (11:00 a 18:00) sin suplementación. Al llegar al corral, las cabras recibieron minerales y agua *ad libitum*. Durante el experimento, 7 cabras se secaron a partir del 2 de marzo y otras 2 a partir del 31 de marzo. Adicionalmente, 6 cabras murieron debido a factores ambientales (bajas temperaturas y alto factor de congelación).

La producción de leche se midió semanalmente comenzando una semana después del parto. Las cabras fueron ordeñadas antes de salir a pastorear, utilizando el protocolo de oxitocina (Bencini, 1995). Para esto, las cabras fueron separadas de los cabritos y ordeñadas a mano. Las cabras recibieron una inyección intramuscular de 3 ml oxitocina de un producto comercial que contenían 20 UI mg^{-1} oxitocina (PISA agropecuaria, Hidalgo; México). La dosis aplicada de oxitocina fue de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Después de cinco minutos, las cabras fueron ordeñadas y se registró el tiempo de la primera ordeña. Las cabras fueron re-

ordeñadas aproximadamente 3 horas más tarde, en el mismo orden que el del ordeño inicial, siguiendo el mismo protocolo de oxitocina. El peso de la leche obtenida en el segundo ordeño y el tiempo entre ordeños se registraron para obtener una estimación de la producción de leche por día. La muestra de leche (10 ml) de cada cabra se conservó con 0.6 mg ml^{-1} de dicromato de potasio y posteriormente se congeló a -20°C hasta el análisis de composición de leche. Después del segundo ordeño, los cabritos y las cabras se reunieron en su corral.

Las cabras se clasificaron de acuerdo con su nivel de producción en baja, media, media alta y alta. Tres cabras de cada grupo fueron seleccionadas para determinar el tipo de vegetación consumida. Las cabras fueron sometidas a un entrenamiento para acostumbrarlas a la presencia de personas y que permitieran caminar al lado de ellas y así obtener una muestra de la planta que ellas estuvieran consumiendo durante el trayecto. Durante el día del muestreo de forraje, las cabras seleccionadas se siguieron por 3 horas consecutivas y se obtuvo una muestra representativa del forraje que consumían. El procedimiento se repitió semanalmente de Enero a Abril.

Las muestras de forraje obtenidas fueron identificadas con el día y el número de la cabra que se siguió. Posteriormente, las muestras, fueron llevadas a la facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en donde fueron secadas en estufa a una temperatura de 60°C por 60 min. Subsiguientemente, las muestras fueron enviadas al laboratorio “Agrolab” ubicado en Gómez Palacio, Durango con el fin de determinar la composición química de las plantas disponibles y consumidas por las cabras.

La información se analizó con el paquete estadístico SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC, EE.UU.). La producción de leche por nivel de producción se analizó mediante procedimientos lineales de modelos mixtos y técnica de estimación de máxima verosimilitud restringida (PROC MIXED). Los valores de materia seca, proteína cruda, fibra detergente acida, fibra detergente neutra, carbohidratos no fibrosos, nutrientes totales digestibles, energía neta de lactancia, energía neta de mantenimiento, energía neta de ganancia, energía metabolizable y valor relativo de forraje fueron incluidos independientemente como co-variables. La fecha de muestreo fue utilizada como medida repetida y el número de identificación de cada cabra fue considerado como un efecto aleatorio. La comparación de medias de la producción de leche por fecha, grupo y su interacción fueron analizadas mediante el método de cuadrados mínimos (PROC GLM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En promedio, la leche producida durante la época de muestreo fue de 263±17 g día^{-1}. La producción de leche estuvo influenciada por la fecha de muestreo ($P < 0.001$; figura 1) y por nivel de producción de la cabra ($P < 0.001$; cuadro 1).

La composición química del forraje muestreado se presenta en el cuadro 2. El contenido de proteína cruda fue influenciado por la fecha de muestreo ($P < 0.001$); sin embargo el resto de las variables no fue influenciado por la fecha de muestreo ($P > 0.05$).

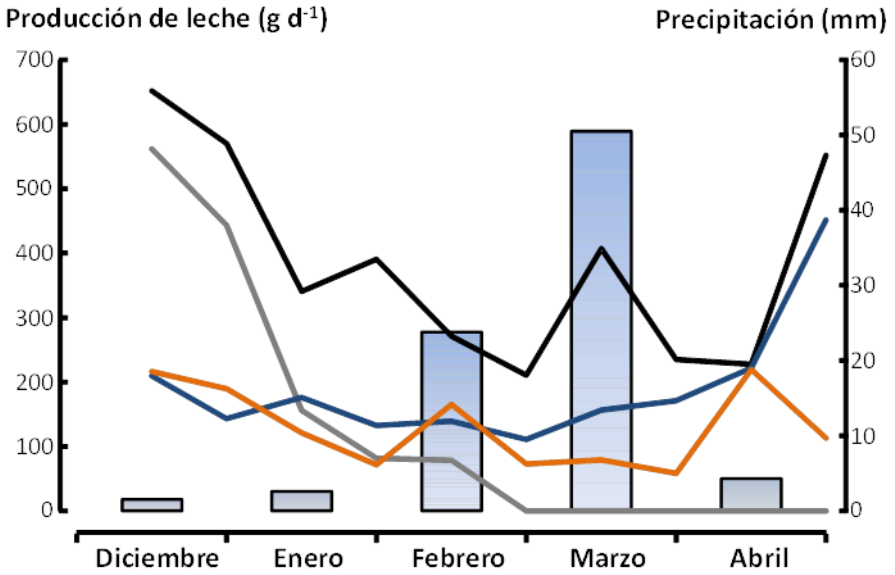


Figura 1. Relación entre la precipitación registrada (barras) y el nivel de producción de leche (alta [línea negra], media alta [línea gris], media [línea azul] y baja [línea anaranjada]) de cabras criollas mantenidas en extensivo en el Altiplano Potosino.

Cuadro 1. Relación entre la producción de leche, el nivel de producción de leche y la fecha de muestreo de cabras criollas bajo condiciones de extensivo del Altiplano Potosino.

Variable		Producción de leche
Nivel de Producción		***
	Alta	388±34
	Media – Alta	310±47
	Media	182±16

	Baja	141±14
Fecha		***
	1	395±53
	2	324±39
	3	199±31
	4	187±38
	5	197±36
	6	154±31
	7	266±75
	8	180±43
	9	224±2
	10	434±111
Interacción		***

Cuadro 2. Composición química del forraje muestreado durante la época de estiaje en el Altiplano Potosino.

Variable		Fecha								
		Enero		Febrero	Marzo			Abril		
	P > *f*	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MS (%)	NS	93.2±0.4	92.9±0.3	93.6±0.3	92.9±0.2	93.5±0.2	93.4±0.5	93.2±0.3	92.9±0.1	93.4±0.1
PC (%)	***	7.5±0.6	8.2±0.3	6.8±0.6	9.7±0.3	10.7±1.4	12.8±1.3	11.2±0.7	16.8±0.7	12.1±0.6
FDA (%)	NS	47.2±3.3	53.4±1	46.7±3.1	44.2±1	53.5±2.3	47.4±0.9	44.5±1.7	44.1±1.3	47.7±0.4

FDN (%)	NS	57.1±3.4	64.3±1.3	62.8±3.2	52.7±3.7	73.8±4.8	56.7±2.4	58.2±3.2	53.1±2.7	61.7±3.2
CNF (%)	0.07	22.7±1.3	17.4±0.9	20±3.1	26.6±2.1	8.4±3.6	24.2±1.4	23.8±2.3	22.1±4.9	19.5±1.9
NTD (%)	NS	47.7±0.7	48.5±0.3	46.5±3	52.2±0.7	40.9±3.8	54.4±1.6	53.5±1.7	55±3.1	51±1.3
ENl (Mcal)	NS	0.98±0.02	1.01±0.01	0.94±0.09	1.15±0.02	0.81±0.12	1.23±0.06	1.2±0.06	1.28±0.08	1.12±0.04
ENm (Mcal)	NS	0.83±0.04	0.87±0.01	0.77±0.13	1.06±0.03	0.57±0.18	1.17±0.08	1.12±0.07	1.24±0.11	1.03±0.06
Eng (Mcal)	NS	0.29±0.03	0.33±0.01	0.23±0.13	0.51±0.03	0.04±0.17	0.61±0.07	0.56±0.07	0.67±0.1	0.47±0.06
EM (Mcal)	NS	1.7±0.1	1.7±0.1	1.6±0.1	1.9±0.1	1.4±0.2	2±0.1	2±0.1	2.1±0.1	1.9±0.1
VRF	NS	86.4±8.5	66.4±2.5	78.6±6.4	97.9±8.5	60.7±6.1	85.8±4.3	87.7±6.2	96.2±4.2	78.7±4.3

Valores P: * P ≤ 0.05; ** P ≤ 0.01; *** P ≤ 0.001; NS P > 0.05
MS: Materia Seca; PC: Proteína Cruda; FDA: Fibra Detergente Acida; FDN: Fibra Detergente Neutra; CNF: Carbohidratos No Fibrosos; NTD: Nutrientes Totales Digestibles; ENl: Energía Neta de lactancia; ENm: Energía Neta de mantenimiento; ENg: Energía Neta de ganancia; EM: Energía Metabolizable; VRF: Valor Relativo de Forraje.

En cabras criollas bajo condiciones extensivas, la producción de leche reportada en este trabajo fue menor a lo reportado por Flores et al. (2015; 450 g día^{-1}), Sánchez de la Rosa et al. (2006; 856 g día^{-1}) y Vélez Monroy et al. (2015; 550 g día^{-1}). El estudio realizado por Flores et al. (2015; Altiplano Zacatecano) y Vélez Monroy et al. (2015; Región Lagunera) fue llevado a cabo en condiciones similares que implicaba cabras criollas, consumo de la vegetación nativa y sin suplementación y solo difirió la localidad. Sin embargo, el estudio desarrollado Sánchez de la Rosa et al., (2006) difirió en condiciones ambientales (Guerrero, México) y utilizaron suplementación posterior al pastoreo. Esto nos hace inferir que dentro de la misma cabra criolla existe, actualmente, variación genética entre localidades y que influye en el potencial lechero.

Adicionalmente, nuestros resultados también demuestran un claro efecto en la producción de leche debido a la alimentación recibida o en otras palabras debido al sistema de producción. La vegetación nativa y disponible para el ganado, probablemente, no fue la misma en este estudio y en lo reportado por Flores et al. (2015) y Vélez Monroy et al. (2015), a pesar de encontrarnos en el Altiplano Mexicano. Es sabido que la cabra es muy selectiva en su consumo y que esté depende del estado fisiológico (Mellado et al., 2005). Por lo tanto, según lo demostrado en este trabajo el aporte nutricional de la vegetación disponible y consumida por las cabras no alcanzó

a cubrir los requerimientos básicos para cabras lactantes (Sahlu et al., 2004); lo que hace suponer que las cabras utilizaron sus reservas corporales para mantener la producción láctea. Estos resultados concuerdan con lo reportado Goetsch et al. (2011) quienes observaron una clara diferencia en la producción de leche cuando los animales estuvieron sujetos a diferentes sistemas alimenticios dado que en el extensivo los animales dependen generalmente de las plantas disponibles y del estado fisiológico de estas. Tal es el caso, que observamos un incremento en la diversidad de plantas disponibles (datos no publicados) y consecuentemente y un incremento gradual en la producción de leche posterior a la presencia de precipitación. Esto resalta aún más el potencial genético de la cabra criolla asentada en el Altiplano Potosino para tener producción aceptable de leche aun cuando la alimentación no alcanza a cubrir sus requerimientos.

De tal manera que se concluye que la cabra criolla del Altiplano Potosino no alcanza a cubrir sus requerimientos nutricionales ni durante la época de estiaje ni tampoco después de las primeras lluvias; sin embargo su potencial genético hace que alcance producciones aceptables de leche.

BIBLIOGRAFÍA

Afolayan, R.A., Fogarty, N.M., Morgan, J.E., Gaunt, G.M., Cummins, L.J., Gilmour, A.R., 2009. Preliminary genetic correlations of milk production and milk composition with reproduction, growth, wool traits and worm resistance in crossbred ewes. Small Rumin. Res. 82, 27-33.

Bencini, R., 1995. Use of intramuscular oxytocin injections to measure milk output in nondairy sheep, and its effect on milk composition. Aust. J. Exp. Agric. 35, 563-565.

Burris, M.J., Baugus, C.A., 1955. Milk consumption and growth of suckling lambs. J. Anim. Sci. 14, 186-191.

Decaluwé, R., Maes, D., Wuyts, B., Cools, A., Piepers, S., Janssens, G.P.J., 2014. Piglets ′colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. Livest. Sci. 162, 185-192.

Flores M.J., Rosales Nieto C.A., Vélez Monroy L.I., Herrera, M., 2015. Potencial lechero de la cabra criolla del Altiplano Zacatecano durante el periodo de estiaje. XXVII Semana Internacional de Agronomía. Venecia, Gómez Palacio, Durango; México.

Goetsch, A.L., Zeng, S.S., Gipson, T.A., 2011. Factors affecting goat milk production and quality. Small Ruminant Research 101, 55-63.

Kusina, N.T., Chinuwo, T., Hamudikuwanda, H., Ndlovu, L.R., Muzanenhamo, S., 2001. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization and fertility in Mashona goat does. Small Ruminant Research 39, 283-288.

Medina GG, Díaz PG, Loredo OC, Serrano AV, Cano GMA. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de San Luis Potosí (período 1961-2001). Libro Técnico No 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CE San Luis. San Luis Potosí, México. 319 p.

Mellado, M., Rodríguez, A., Villarreal, J.A., Olvera, A., 2005. The effect of pregnancy and lactation on diet composition and dietary preference of goats in a desert rangeland. Small Ruminant Research 58, 79-85.

Morand-Fehr, P., Sauvant, D., 1980. Composition and Yield of Goat Milk as Affected by Nutritional Manipulation1. Journal of Dairy Science 63, 1671-1680.

Nørgaard, J.V., Nielsen, M.O., Theil, P.K., Sørensen, M.T., Safayi, S., Sejrsen, K., 2008. Development of mammary glands of fat sheep submitted to restricted feeding during late pregnancy. Small Ruminant Res. 76, 155-165.

O'Doherty, J.V., Crosby, T.F., 1996. The effect of diet in late pregnancy on progesterone concentration and colostrum yield in ewes. Theriogenology 46, 233-241.

Ramírez-Vera, S., Terrazas, A., Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Serafín, N., Vielma, J., Duarte, G., Fernández, I.G., Fitz-Rodríguez, G., Hernández, H., 2012. Inclusion of maize in the grazing diet of goats during the last 12 days of gestation reinforces the expression of maternal behaviour and selectivity during the sensitive period. Livestock Sci. 148, 52-59.

Rhind, S.M., Elston, D.A., Jones, J.R., Rees, M.E., McMillen, S.R., Gunn, R.G., 1998. Effects of restriction of growth and development of Brecon Cheviot ewe lambs on subsequent lifetime reproductive performance. Small Ruminant Research 30, 121-126.

Sánchez de la Rosa I, Martínez RRD, Torres HG, Becerril PCM, Mastache LAA, Suárez EJ, Rubio RM. 2006. Producción de leche y curvas de lactancia en tres razas de cabras en el trópico seco de México. Veterinaria México 37(4):493-502.

Scales, G.H., Burton, R.N., Moss, R.A., 1986. Lamb mortality, birthweight, and nutrition in late pregnancy. N. Z. J. Agric. Res. 29, 75-82.

Sahlu, T., Goetsch, A.L., Luo, J., Nsahlai, I.V., Moore, J.E., Galyean, M.L., Owens, F.N., Ferrell, C.L., Johnson, Z.B., 2004. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. Small Ruminant Research 53, 191-219.

Snowder, G.D., Glimp, H.A., 1991. Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. J. Anim. Sci. 69, 923-930

Swanson TJ, Hammer CJ, Luther JS, Carlson DB, Taylor JB, Redmer DA, Neville TL, Reynolds LP, Caton JS, Vonnahme KA. 2008. Effects of gestational plane of nutrition and selenium supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. J Anim Sci 86:2415–2423.

Vélez Monroy L.I., Rosales Nieto C.A., Flores Nájera M.J., Chávez Solís A.U., Salinas González H., 2015. Producción de leche de cabra en la comarca lagunera (intensivo y extensivo) durante la época de estiaje. XXVII Semana Internacional de Agronomía. Venecia, Gómez Palacio, Durango; México.

CONSUMO APARENTE DE MATERIA SECA POR VAQUILLAS PASTANDO UNA ASOCIACIÓN GRAMÍNEA-LEGUMINOSA

Braulio Valles de la Mora*, Epigmenio Castillo Gallegos, Miguel Ángel Alonso Díaz, Jesús Jarillo Rodríguez, EliazarOcaña Zavaleta

*UNAM, FMVZ, CEIEGT. Km 7.5 carretera Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Ver.; *Email: braulio_36@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En términos generales, los forrajes tropicales son de menor calidad, en comparación con los de zonas templadas (Van Soest, 1994; Mislevy, 1985), debido principalmente a una mayor proporción de pared celular y de humedad en sus tejidos, lo que afecta de forma negativa el consumo de materia seca por el ganado (Crowder, 1985). Este bajo consumo de materia seca y la calidad de la misma, explican en gran medida las diferencias en producción animal, proveniente de distintas especies forrajeras (Stobbs y Thompson, 1978; Wilson y Minson, 1980). Son escasos los trabajos desarrollados sobre consumo de materia seca en pastoreo, utilizando la leguminosa *Cratylia argentea* (Benavides-Calvache *et al*., 2010), y menos se conoce, para esta especie, su consumo asociada a *Brachiaria brizantha* (Toledo); por lo cual, el uso de un marcador externo como el Óxido de cromo podría ser de utilidad para estimar esta variable, dadas las dificultades para determinar, bajo el método convencional de oferta-rechazo, el consumo bajo pastoreo en asociaciones gramínea-leguminosa, donde los componentes botánicos presentan hábitos de crecimiento y respuesta al pastoreo, muy diferentes. De acuerdo con lo anterior, se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de determinar el consumo aparente de materia seca, empleando la técnica del Oxido de Cromo (Cr_2O_3) en una asociación gramínea-leguminosa, bajo pastoreo por becerras Holstein × Cebú.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones del CEIEGT, FMVZ-UNAM, en el municipio de Novara, Ver., en un clima cálido y húmedo (Af) y suelos Ultisoles. Se utilizó un terreno de 4.42 ha dividido en dos áreas de 2.21 ha cada uno, cubierto, en el Tratamiento 1 (T1), con una asociación de *Brachiaria brizantha* (pasto Toledo) y la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea;* y en el Tratamiento 2 (T2) con el pasto Toledo como monocultivo. Cada una de las dos áreas de pastoreo fue sub-dividida a su vez, en 6 potreros de 3683 m^2, donde se aplicó un sistema de pastoreo rotacional de 4 días de uso y 24 de descanso. En T1, la leguminosa se encontraba dentro de surcos cada 2.5 m, con una separación entre surcos de 3 m (220 arbustos/potrero). El

espacio entre surco y surco era ocupado por la gramínea. La carga animal fue de 1.8 y 1.6 UA/ha respectivamente.

Se emplearon 12 becerras Holstein × Cebú, de las cuales, seis (194±7 kg PV/an) pastorearon T1, y seis (164±10 kg PV/an) T2. La administración de Cr se realizó por 12 días, de los cuales, 7 fueron de acostumbramiento y 5 de prueba. Cada animal ingirió, por vía oral, en cápsulas de gelatina, 4 g de Cr (2 g por la mañana -9.00 hr; y 2 g por la tarde -15 hr). Durante los días de prueba, se colectaron 400 g de heces/an/d, llevadas al laboratorio y secadas en estufa de aire forzado a 50 °C. De cada animal se tomaron muestras conjuntas, a las cuales se les determinó su concentración de Cr por espectrofotometría (Holden *et al*., 1994).

El forraje disponible al inicio y al final del pastoreo, se determinó con el método del "Rendimiento comparativo" (Haydock y Shaw, 1975), realizando 100 estimaciones visuales que se relacionaron con cinco cuadrantes de referencia, a través de una curva de regresión lineal ($Y=a+bx$). Muestras de forraje para cada componente fueron analizadas en el laboratorio para estimar su porcentaje de materia seca, proteína cruda, fibra en detergente neutro, fibra en detergente ácido y lignina. Adicionalmente se colectaron en los potreros, muestras de forraje, a mano, según el comportamiento en pastoreo de los animales. Una porción de estas muestras se destinó a la prueba de digestibilidad *in situ* de la materia seca, a 48 h, de acuerdo a la técnica de Orskov *et al*. (1980), empleando tres vacas con fístula ruminal, con tres repeticiones por animal, las cuales pastoreaban vegetación nativa (*Paspalum* spp y *Axonopus* spp, principalmente) y suplementadas, antes y durante la prueba, con 3 kg de concentrado comercial.

La producción fecal (PF), y el consumo voluntario (CV), se estimaron de acuerdo con las siguientes fórmulas: PF (g MS/día)= dosis de Cr(mg/día)/Cr en heces(mg g/MS); y CV(g/día)=PF(g MS/día)/[1-(dig *in situ* MS/100)]. Adicionalmente, se realizó una estimación de la energía digestible (ED, Mcal) y energía metabolizable (EM, Mcal), en las muestras colectadas a mano, empleando el Programa CALRAC (1996).

El diseño fue completamente al azar, con dos tratamientos (la asociación gramínea-leguminosa, y la gramínea como monocultivo), considerando como unidad experimental a cada animal (n=12). El análisis de varianza se realizó con PROC GLM de SAS (2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El forraje ofrecido al inicio del pastoreo, así como el remanente después del mismo, fue siempre mayor (P≤0.05) en la asociación gramínea-leguminosa, comparado con la gramínea sola: al inicio del pastoreo, en T1 la cantidad de forraje ofrecido (kg MS/ha) para Toledo y *Cratylia argentea* fue de 2623±1361 y 73±58, resp., en tanto para Toledo solo, fue de 762±231; mientras que a la salida, en el mismo orden, fue de 2575±1442 y 47±40, resp., y 163±14. Parece ser que la asociación es más productiva, en términos de forraje disponible, en aquellos sistemas silvopastoriles donde intervienen leguminosas arbustivas, tal como se observó en este estudio. En Colombia (Mahecha *et al*., 2000) estudiaron el rendimiento de una asociación *Cynodon plectostachyus* (estrella de Africa)-*Leucaena leucocephala*, encontrando que la asociación presentó más forraje disponible (3157 kg MS/ha) que la gramínea sola (2613 kg MS/ha). Igualmente, Benavides *et al*. (1994), demostraron que el pasto king grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*) produjo 14% más forraje asociado con *Erythrina poeppigiana*, comparado con la producción obtenida de la gramínea sola.

La Tabla 1 muestra la concentración de las variables de calidad, en los componentes de cada tratamiento. Es evidente la mayor concentración de proteína cruda que aportó la leguminosa, en comparación con la gramínea; sin embargo, ésta última, tanto sola como asociada, también mostró valores atractivos (>10%), considerando que se trata de una gramínea tropical. Al respecto, Argel *et al*. (2004) mencionan que el pasto Toledo presenta valores de PC en sus hojas, en un rango de 13.5 a 8.7%, según la edad de rebrote de 25 a 45 días. Destaca también el mayor valor de lignina en la leguminosa, en comparación con la gramínea. La técnica de Van Soest sobreestima la lignina en leguminosas debido a la presencia de taninos y otros polifenoles (Aufreré y Guerin, 1996). Por otra parte, Jung y Allen (1995) mencionan que el uso del método de lignina en detergente ácido, subestima la concentración de lignina en gramíneas.

Tabla 1**.** Concentración de proteína cruda (PC), fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA) y lignina, de forraje muestreado por la técnica de "Rendimiento comparativo", al inicio del pastoreo.

	----------Tratamiento 1----------		Tratamiento 2
Variable , %	*Cratylia argentea*	*Brachiaria brizantha*	*Brachiaria brizantha*
PC[1]	27.1 ± 0.8	11.2 ± 1.3	11.4 ± 1.7
FDN[2]	58.7 ± 3.2	71.9 ± 2.1	74.5 ± 0.4
FDA[2]	39.3 ± 1.9	40.7 ± 1.9	41.3 ± 0.7
Lignina[2]	18.9 ± 1.0	8.8 ± 0.9	9.8 ± 0.9

[1] y [2].- Muestras cosechadas por el método de "rendimiento comparativo", y a mano (hand-plucking), respectivamente.

En la Tabla 2 se presentan los resultados correspondientes a la digestibilidad *in situ*, así como los valores de energía digestible y metabolizable, en las pasturas asociadas y como monocultivo. Se observan valores muy similares para cada una de las variables indicadas; y en el caso de la digestibilidad *in situ* para los componentes evaluados, el valor aquí reportado coincide con Navarro *et al*. (2011), en un ensayo realizado en Colombia, donde evaluaron 10 forrajes tropicales, entre ellos *Cratylia argentea* (60 días de edad), reportando para esta especie un valor de 71.08% a 48 h.

Tabla 2. Valores de digestibilidad *in situ* y de energía digestible y metabolizable, para cada uno de los tratamientos evaluados.

	----------Tratamiento 1----------		Tratamiento 2
Variable	*Cratylia argentea*	*Brachiaria brizantha*	*Brachiaria brizantha*
Digestibilidad *in situ*, %	72.0	73.5	72.3
Energía digestible (Mcal)	3.14	3.24	3.23
Energía metabolizable (Mcal)	2.55	2.62	2.62

La concentración de nitrógeno en heces y las estimaciones de consumo de la materia seca en becerras Holstein × Cebú, que pastorearon los tratamientos evaluados, se presentan en la Tabla 3. La concentración de N en heces fue muy similar para ambos tratamientos; y respecto al consumo de materia seca, relacionado con el peso vivo de las becerras fue también similar, y dentro del rango estimado para este tipo de ganado (2.0 – 2.5%; Chacón, 2012).

Tabla 3. Concentración de N en heces y consumo de MS por becerras Holstein x Cebú, pastoreando una asociación gramínea-leguminosa y gramínea sola.

Variable	Tratamiento 1 *Cratylia argentea+ Brachiaria brizantha*	Tratamiento 2 *Brachiaria brizantha*
N en heces, %	2.06±0.19	2.03±0.20
Producción fecal, g MS/an	1193	1097
Consumo MS, g MS/an	4321	4096
Consumo MS, % PV	2.22	2.49

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que el consumo de forraje fue similar entra ambos tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

Argel, P., Gonzalez, J., and Lobo M. 2004. *Brachiaria brizantha* CIAT 26110: cv. Toledo (152-154). In: Feeding Systems with Forage Legumes to Intensify Dairy Production in Latin America and the Caribbean: A project.CIAT, Tropileche Consortium, and ILRI), 172 pp. Nairobi, Kenya.

Aufrère, J. and Guérin, H. 1996. Critical review of chemical and enzymatic methods for the estimation of nutritive value in roughages. Annales de Zootechnie. 45, suppl.: 21-38.

Benavides-Calvache, C. A., Valencia-Murillo, M., Estrada-Álvarez, J. 2010. Efecto de la veranera forrajera (*Cratylia argentea*) sobre la ganancia de peso de ganado doble propósito. vet.zootec. 4(1): 23-27.

Benavides J.E., Rodríguez, R.A. y Borel, R. 1994. Producción y calidad de forraje de King Grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*) en asociación. *In*: Arboles y Arbustos Forrajeros en América Central. Benavides, J.E. (comp. y ed.). Turrialba, Costa Rica. CATIE. Vol. II. pp 441-452.

CALRAC. (1996). Software para la Alimentación de Rumiantes (v. 1.0). Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.

Chacón, R.E.A. 2012. Consumo, selección de dieta y componentes del consumo del rumiante a pastoreo. Mundo Pecuario. VIII, Nº 2, 107-120, 2012.

Crowder, L.V. 1985. Pasture Management for Optimum Ruminant Production. 104-129. In: Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates (McDowell, L.R., ed.). Academic Press, London.

Haydock, K.P. and Shaw, N.H. 1975. The comparative yiel method for estimating dry metter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15:663-670.

Holden L.A., Muller L.D, and Fales S.L. 1994. Estimation of intake in high producing Holstein cows grazing grass pasture. Journal of Dairy Science. 77(8): 2332-2340.

Jung, H.G., and Allen, M.S. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. Journal of Animal Science. 73:2774-2790.

Mahecha, L., Durán, C.V., Rosales, M., Molina, C.H., y Molina, E. 2000. Consumo de pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*) en un sistema silvopastoril. Pasturas Tropicales. 22(1):26-30.

Mislevy, P. 1985. Forages for Grazing Systems in Warm Climates. 77-103. In: Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates (McDowell, L.R., ed.). Academic Press, London.

Navarro, C.A., Díaz, J.C., Roa, M.L., y Cuellar, E. 2011. Comparación de la técnica de digestibilidad *in vitro* con la *in situ* de diez forrajes en bovinos rumino-fistulados en el piedemonte llanero del Meta. Sistemas de Producción Agroecológicos. 2(2):2-24.

Orskov, E., Hovell, F. D., and F. Mould, 1980. The use of naylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Tropical Animal Production. 5:195-213.

SAS Institute Inc. 2010. SAS/STAT® 9.22 *User's Guide*. Chapter 39: The GLM Procedure (Book Excerpt). SAS Institute Inc. pp 2986-3177. Cary, N.C., USA.

Stobbs, T.H. and Thompson, P.A.C. 1978. Milk Production of Tropical Pastures. In: Ruminant nutrition: Selected articles from World Animal Review. FAO, Animal Production and Health paper No. 12. FAO, Rome.

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd. ed. Cornell University Press. USA.

Wilson, J.R. and Minson, D.J. 1980. Prospects for improving the digestibility and intake of tropical grasses. Tropical Grasslands 14(3):253-259

EVALUACIÓN DE *Cratylia argentea* EN PASTOREO SOBRE SU CALIDAD, CONSUMO Y GANANCIAS DE PESO EN NOVILLONAS HOLSTEIN X CEBÚ

Braulio Valles de la Mora [1*], Epigmenio Castillo Gallegos[1], Miguel Ángel Alonso Diaz[1], Eliazar Ocaña Zavaleta[1], Jesús Jarillo Rodríguez[1]

[1] Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, km 7.5 carretera Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Veracruz, 93600 México. * Braulio Valles de la Mora. E-mail: braulio_36@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

En el trópico mexicano, se está evaluando el papel que las leguminosas forrajeras arbóreas pueden tener como una opción factible para mejorar la calidad de la dieta del ganado en pastoreo (Holmann y Lascano, 2004). *Cratylia argentea* (*Ca*) es una leguminosa nativa de la Amazonía, con amplia adaptación a suelos ácidos, y produce forraje de calidad, en trópicos con periodos secos hasta de 6 meses. Las experiencias bajo pastoreo con esta especie, son escasas, por lo cual se estableció este experimento para evaluar su potencial de producción y calidad, asociada o no, a la gramínea introducida *Brachiaria brizantha* Toledo (*Bb*), en época seca y lluviosa, utilizando novillonas F1 Holstein x Cebú, en Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización, clima y tratamientos.- El estudio se realizó en Atzalan, Veracruz, México (Lat. 20°02'N, Long. 97°06'O), a 114 msnm, y clima cálido-húmedo, con temperatura promedio diaria de 23.9±0.5 °C, y precipitación anual de 1931±334 mm; y comprendió tres periodos de, 164, 144 y 88 días (20 días de acostumbramiento/periodo), con lluvia por periodo de 156, 488 y 972 mm, resp.; en suelos ácidos (Ultisoles, pH 4.5 - 5.2), y someros. Los tratamientos consistieron en dos áreas de pastoreo: 1) *B. brizantha* Toledo + *C. argentea (Bb*+*Ca*), y 2) *B. brizantha* Toledo (*Bb*). Se emplearon, por tratamiento, 8 novillonas Holstein x Cebú (peso: 165-248 kg; y edad: 8-16 meses) con rango de carga de 1.7-2.1 UA/ha. Cada grupo pastoreó rotacionalmente 4/20 días uso/descanso, con una densidad de 570 plantas/ha (*Ca*) y 8 kg/ha de semilla (*Bb*). Las áreas por tratamiento fueron de 2.21 ha, divididas en seis parcelas de 3863 m^2 cada una.

Disponibilidad de biomasa forrajera.-Se estimó la disponibilidad de materia seca (kg/ha) para *Ca* (hojas) y *Bb* (hojas y tallos) antes y después del pastoreo (Haydock y Shaw, 1975). Las muestras se analizaron para nitrógeno (PC, N % x 6.25), fibra detergente neutro (FDN, %), fibra

detergente ácido (FDA, %) y lignina (LIG) (Goering y Van Soest, 1970); y cada 28 días, se registraron las ganancias diarias de peso (GDP).

Medición del consumo de forraje.- El consumo voluntario de forraje se estimó en el segundo periodo, por la técnica de Oxido de Cromo (Cr_2O_3). Se seleccionaron al azar, 12 de las 16 novillonas (peso promedio 180 kg), suministrando diariamente entre las 9 y 15 h, cápsulas con 4 g de Cr_2O_3 (1440 mg Cromo). Las heces se muestrearon antes (7 días) y después (5 días) de la aplicación de Cr, tomando 400 g/animal para su análisis por espectrometría de absorción atómica. El consumo voluntario de forraje se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Excreción fecal (MS g día} - 1) = \frac{\text{Cr dosificado (mg día} - 1)}{\text{Cr en heces (mg g MS)}}$$

$$\text{Consumo voluntario (g día} - 1) = \frac{\text{Excreción fecal (MS g día} - 1)}{[1 - \text{DISMS}/100]}$$

Degradabilidad in situ de la materia seca.- Se estimó la degradabilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) (Ørskov y McDonald, 1970), en muestras colectadas a mano, incubadas (3 repeticiones) a 48 h, en 3 vacas fistuladas que pastoreaban especies nativas (*Paspalum* spp, *Axonopus* spp, principalmente) y concentrado comercial. Además se determinó en ellas FDN, FDA, LIG y DISMS.

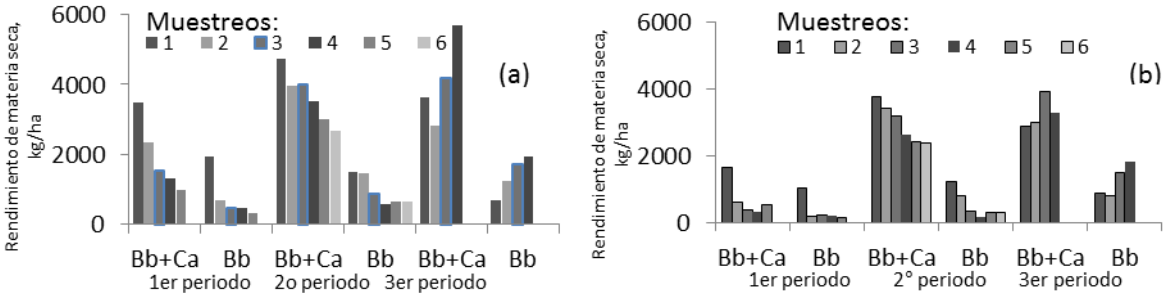
Diseño experimental y análisis estadístico.- Se empleó un diseño completamente al azar, usando los animales como unidades experimentales para determinar: (1) ganancias diarias de peso, (2) variables de las áreas de pastoreo, DISMS y calidad nutritiva. El análisis de las mediciones repetidas se hizo con PROC MIXED (SAS/STAT, 1995). El modelo mixto incluyó: efecto fijo de tratamiento, efecto aleatorio de los animales dentro del área de pastoreo muestreada, efecto fijo de intervalo (días) entre pesajes, muestreo de las áreas de pastoreo potreros o número de muestras, que constituyeron las mediciones repetidas. La significancia estadística se obtuvo con la prueba de F, sin necesidad de prueba de rangos múltiples, ya que sólo se probaron dos tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Disponibilidad de materia seca al inicio y salida del pastoreo.- La Figura 1 muestra el rendimiento de materia seca (RMS) antes (a) y después del pastoreo (b), en ambos tratamientos y tres periodos evaluados. En el primer periodo, los RMS (kg MS/ha ± error

estándar) en *Bb+Ca* y *Bb* al inicio del pastoreo (Figura 1a) fueron de 1922±405 y 770±269 (P=0.7188). Considerando sólo el efecto de muestreo, sí hubieron diferencias estadísticas (P=0.0004). A la salida del pastoreo, en el primer periodo, los valores para *Bb+Ca* y *Bb* fueron de 734±242 y 413±151, respectivamente (P=0.7188) (Figura 1b). En el segundo periodo, los RMS en *Bb+Ca* y *Bb*, al inicio del pastoreo, fueron de 3646±227 y 946±158 (P≤0.001). Los valores a la salida del pastoreo, en el mismo orden, fueron de 2965±213 y 520±152 (P≤0.001). Se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos (P≤0.05) antes y después del pastoreo en el segundo y tercer periodo. Del primero al último muestreo, el RMS en *Bb+Ca* antes del pastoreo decreció 73% y 43% para el 1° y 2° periodo. El valor más alto antes del pastoreo fue para *Bb+Ca*: 5698 kg/ha, que podría relacionarse con la alta humedad en el suelo, debido a la abundante lluvia para ese periodo (972 mm) comparado al primer ciclo (156 mm). En promedio, el RMS fue de 1922 kg/ha para *Bb+Ca*. Estos valores son superiores a los encontrados por Paciullo *et al*. (2011), en un sistema silvopastoril de *B*. *decumbens* cv. Basilisk, asociado a *Acacia mangium*, *A*. *angustissima*, *Mimosa artemisiana* y *Eucalyptus grandis*, y carga animal de 0.8 a 1.6 UA/ha. Ellos reportaron rangos de biomasa forrajera para lluvias (1541 mm) y seca (245 mm) de 1823-2283 y 942-1212 kg MS/ha, respectivamente, adjudicando el bajo rendimiento en secas, a la menor disponibilidad de humedad en el suelo, lo cual coincide con lo observado en el presente experimento.

Figura 1. Rendimiento de materia seca antes (a) y después del pastoreo (b), en la asociación *Brachiaria brizantha* + *Cratylia argentea* (*Bb+Ca*) o *B*. *brizantha* solo (*Bb*), en tres periodos evaluados.



Variables de calidad al inicio del pastoreo.- La gramínea sola o asociada mostró valores de PC más bajos que la leguminosa (P≤0.0001), en los tres periodos (Cuadro 1). *C*. *argentea*, fue muy consistente, con promedios mayores a 20%. La gramínea (sola o asociada) mostró una tendencia a la baja de 8.5% (1er periodo) a 5% (3er periodo). En el caso de FDN para *Bb* (solo o asociado) sus valores fueron significativamente más altos (P≤0.05) que los de la leguminosa. Para FDA, sólo hubo diferencias estadísticas en el 1° y 3er periodo.

Los valores más bajos en FDN y FDA, (tres periodos) correspondieron a la leguminosa (56.6 and 37.6%) en comparación con el pasto sólo (77.9 y 47.8%) o asociado (76.8 y 47.4%). Para lignina, la media general en *C*. *argentea* (19.4%) estuvo por arriba de la gramínea, sola (11.7%) o asociada (11.4%). Los valores de PC en *C*. *argentea* son similares a los reportados por otros autores en Colombia, al ser ofrecida como suplemento; en tanto que FDN y FDA coinciden con este experimento para los últimos dos periodos (Plazas y Lascano, 2005).

Cuadro 1. Variables de calidad (medias ± error estándar) al inicio del pastoreo, en la asociación *Brachiaria brizantha+Cratylia argentea* (*Bb*+*Ca*) o *B*. *brizantha* solo (*Bb*), en los tres periodos evaluados.

Periodos	Primero			Segundo			Tercero		
Tratamientos:	*Bb+Ca*		*Bb*	*Bb+Ca*		*Bb*	*Bb+Ca*		*Bb*
Componente:	*Bb*	*Ca*	*Bb*	*Bb*	*Ca*	*Bb*	*Bb*	*Ca*	*Bb*
PC, %	8.3b (0.85)	22.0a (0.76)	8.7b (0.85)	6.9b (1.3)	23.0a (3.8)	7.8b (2.3)	4.6±0.4b (0.38)	21.2±0.4a (0.39)	5.5±0.4b (0.4)
FDN, %	73.2a (0.93)	51.6b (0.58)	73.1a (0.91)	74.9a (3.9)	57.6b (4.7)	77.6a (4.8)	82.4a (1.4)	60.6b (1.40)	83.2a (1.4)
FDA, %	42.8a (1.26)	32.5b (0.85)	42.6a (1.23)	46.2a (4.0)	40.9a (5.0)	49.2a (5.3)	53.3a (1.3)	39.4b (1.3)	51.6a (1.3)
LIG, %	13.3a (0.71)	16.7a (1.30)	13.8a (0.69)	9.3b (2.1)	21.2a (2.8)	10.1b (1.9)	11.5b (0.5)	20.4a (0.5)	11.2b (0.5)

PC=Proteína cruda, FDN=Fibra en detergente neutro, FDA=fibra en detergente ácido, LIG=lignina. Letras diferentes para cada variable dentro del periodo, indican diferencia estadística significativa P≤0.05.

Variables de calidad de las muestras colectadas a mano.**-** En el Cuadro 2 se presentan las variables de calidad de las muestras tomadas a mano. En casi todas las variables, se observaron diferencias estadísticas significativas (P≤0.05) entre los componentes botánicos (*Cratylia* asociada, Toledo asociado y Toledo solo).

Cuadro 2. Variables de calidad de las muestras colectadas a mano, al inicio y final del pastoreo, para cada uno de los componentes botánicos evaluados.

	----------Inicio pastoreo----------				----------Final pastoreo----------			
Componente	PC	FDN	FDA	LIG	PC	FDN	FDA	LIG
Ca	27.1 a	58.7 b[2]	39.3 a	20.4 a	27.0 a	58.0 b	39.0 b	19.3 a
Bb asoc	11.2 b	73.8 a	43.7 a	9.0 b	11.0 b	71.8 a	43.0 a	8.7 b
Bb solo	11.8 b	74.5 a	41.3 a	8.3 b	11.3 b	75.1 a	43.1 a	9.0 b

Ca= *Cratylia argentea*, *Bb*= *Brachiaria brizantha*, asociado (asoc) o solo, PC= proteína cruda, FDN= Fibra en detergente neutro; FDA= fibra en detergente ácido; LIG= lignina. [2]Literales diferentes en la misma columna, al inicio o final del pastoreo indican diferencia estadística significativa al nivel de P≤0.05.

Degradabilidad in situ *de la materia seca*.- No se encontraron diferencias estadísticas significativas (P≥0.05) en los componentes botánicos, pero los valores estimados de energía digestible y metabolizable fueron, en ambos casos, superiores para la gramínea asociada o sola, en comparación con la leguminosa (Cuadro 3). La degradabilidad *in situ* a 48 h, en *C*. *argentea* y *B*. *brizantha* asociado o solo, presentó valores muy superiores (> 70%) a los reportados por Roa y Muñoz (2012) en Colombia. Ellos encontraron, en follaje de *C*. *argentea* y *B*. *decumbens* asociada (tres meses de edad), secadas bajo techo, valores de 43.6 y 55.5 % respectivamente. Esta diferencia podría deberse al hecho de que evaluaron hojas secas y de mayor edad que las evaluadas en el presente experimento (follaje fresco).

Cuadro 3. Degradabilidad *In Situ* a 48 hrs, y valores de energía digestible (ED) y metabolizable (EM), de muestras de forraje colectadas a mano en pasturas de *B. brizantha* + *C. argentea*, y *B. brizantha* solo.

Variable	*C. argentea*	*B. brizantha* asoc.	*B. brizantha* solo
DIS (%)*	72.0 a	73.5 a	72.3 a
ED (Mcal)	3.14	3.24	3.23
EM (Mcal)	2.55	2.62	2.62

* Misma letra en la hilera DIS (%) indica diferencia estadística no significativa (P≥0.05)., en cada hilera indican diferencia estadística significativa (P ≤0.05). n= 6.

Variables de calidad en heces.**-** Sólo se encontraron diferencias estadísticas significativas (P≤0.05) para porcentajes de FDA (48.6±0.3 y 50.7±0.3) y LIG (23.9±0.4 y 26.1±0.6) en *Bb*+*Ca* y Bb, resp. En el caso del nitrógeno, las concentraciones (%) fueron estadísticamente similares (2.06±0.07 y 2.03±0.08). Los valores para N son mayores a los encontrados por Macedo *et al*. (2010). Ellos evaluaron la producción fecal (técnica de Cr_2O_3), en novillonas Cebú estabuladas, encontrando rangos de: 1.4-1.7, 40.2-55.1 y 12.2-24.6 % para N total, FDA y LIG, respectivamente, que son menores a los aquí reportados para N total, y similares para FDA (46.3-53.5 %) en cualquier proporción de la mezcla gramínea/leguminosa. Ellos encontraron una menor proporción de N total en *B*. *dictyoneura,* que se explica porque esta especie es considerada de menor calidad en comparación con otras Braquiarias (Borges *et al*., 2012).

Consumo voluntario de materia seca.**-** El consumo voluntario, en términos del porcentaje de peso vivo, favoreció a *Bb* (2.49±0.09), en comparación con *Bb*+*Ca* (2.22±0.03) (P≤0.05). El consumo de *Bb*+*Ca* aquí reportado es similar al encontrado por Sánchez y Ledín (2006), con diferentes niveles de follaje de *C. argentea* en vacas lecheras. Los tratamientos correspondieron a ensilaje de sorgo *ad libitum* suplementadas o no con 2 kg o 3 kg de *C. argentea* en base a

materia seca. Se usaron seis vacas *Bos indicus* de la raza Criollas Reyna (386±19 kg peso vivo). La suplementación con *C. argentea* incrementó el CMS (P< 0.05) a 6.6 (1.71% PV), 7.8 (2.02% PV) y, 8.7 (2.25% PV) kg MS/día. *Cratylia* destacó como como un suplemento proteico para una dieta de baja calidad, mejorando el consumo de materia seca.

Ganancias diarias de peso.**-** En el primer periodo, las GDP en *Bb*+*Ca* fue superior (P≤0.05), respecto a *Bb* (Cuadro 4). El rango de GDP en *Bb*+*Ca* fue de 781 a 993 g/día, comparado con *Bb* que registró 328 a 754 g/día. En el segundo periodo, el análisis de varianza registró diferencias estadísticas significativas para el efecto de tratamiento (P≤0.05), pero no para la interacción tratamiento x pesaje (P≥0.05). En el segundo periodo, la GDP de las novillonas en el monocultivo representó sólo un 25%, respecto de *Bb*+*Ca*. Respecto de las ganancias acumuladas por animal (kg), las mayores diferencias entre el peso promedio inicial y final se registraron en los dos primeros periodos, y correspondieron a *Bb*+*Ca*, con 92 y 71 kg, respectivamente. En Colombia, se estimaron, durante siete meses, las ganancias acumuladas en terneros, pastoreando un *Brachiaria* híbrido (*B. ruziziensis* x *B. decumbes*), suplementado con gallinaza, salvado de maíz y caña de azúcar, o asociado a *C*. *argentea*. Las ganancias acumuladas por animal para ambos grupos fueron de 59 y 68 kg, respectivamente (Benavides-Calvache *et al*., 2010). La inclusión de la leguminosa en los potreros de gramínea mejoró la calidad de la biomasa consumida por las novillonas.

CONCLUSIONES

Durante la época crítica del año (enero a junio), la asociación *Cratylia argentea*-*Brachiaria brizantha* pasto Toledo fue superior en el desarrollo de las novillonas F1 Holstein x Cebú, en comparación con Toledo solo. La incorporación de *Cratylia argentea* a gramíneas de mediana o baja calidad mejoró la calidad de la dieta, sin afectar su consumo.

Cuadro 4. Ganancias diarias de peso (g, promedios ± error estándar) en novillonas Holstein x Cebú, que pastorearon una asociación *Cratylia argentea* + *Brachiaria brizantha* (*Bb*+*Ca*), o *B. brizantha* (*Bb*) solo, durante tres periodos, en Veracruz, México.

		----------Pesajes----------					
Periodos	Tratamiento	1	2	3	4	5	Promedio
Primero	*Bb*+*Ca*	592±79	993±65	781±51	951±85		829±44 a
	Bb	328±88	690±92	754±59	522±77		574±48 b
Segundo	*Bb*+*Ca*	319±53	341±31	382±60	560±70	739±61	469±35 a
	Bb	9±37	86±49	39±48	210±66	259±43	118±26 b
Tercero	*Bb*+*Ca*	426±45	507±70	668±40			534±17 a
	Bb	325±57	596±88	603±51			508±22 a

Ca= *Cratylia argentea*, *Bb*= *Brachiaria brizantha*, asociado (asoc) o solo, Letras diferentes en la columna de Promedio, dentro de cada periodo, indica diferencia estadística significativa (P≤0.05).

BIBLIOGRAFÍA

Benavides-Calvache CA, Valencia-Murillo M, Estrada-Álvarez J. 2010. Efecto de la veranera forrajera (*Cratylia argentea*) sobre la ganancia de peso de ganado doble propósito. Vet Zootec, 4(1):23-27.

Borges JA, Barrios M, Sandoval E, Millán K, Sánchez D, Bastardo Y, Márquez O. 2012. Aspectos agronómicos y productivos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) en el estado Yaracuy. Mundo Pecuario, 8(2):132-138.

Goering HK, Van Soest P. 1970. Forage Fiber Analysis. USDA, Agriculture Handbook 379. Washington DC: Agric. Res. Serv.

Haydock KP, Shaw NH. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Aust J Exp Agric An Husb, (15):663-670.

Holmann F, Lascano C. 2004. Feeding systems with forage legumes to intensify dairy production in Latin America and the Caribbean: A Project executed by the Tropileche Consortium. CIAT, Cali, Colombia.

Ørskov ER, McDonald I. 1970. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J Agric Sci, (92):499–503.

Paciullo CDS, Tavares de Castro CR, Gomide CAM, Martins MR, Ávila PMF, Müller MD, Ferreira XD. 2011. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. Livestock Sci, (141):166–172.

Plazas BCH, Lascano AC. 2005. Utilidad de *Cratylia argentea* en ganaderías de doble propósito del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. Pasturas Tropicales (Colombia) 27(2):65–72.

Roa M, Muñoz J. 2012. Evaluación de la degradabilidad *in situ* en bovinos suplementados con cuatro especies arbóreas. Revista MVZ Córdoba, 17(1):2900-2907.

Sánchez NRS, Ledin I. 2006. Effect of feeding different levels of foliage from *Cratylia argentea* to Creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and milk composition. Trop An Health and Prod (38):343-351.

SAS/STAT. SAS/STAT. 1995. Guide for personal computer (Release 6.12). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.

CONSUMO DE ALIMENTO EN BECERRAS BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN LÍQUIDA

Ramiro González Avalos[1*], Guadalupe Florentino Bobadilla[1], Rafael Ávila Cisneros[1], Juan Leonardo Rocha Valdez[1], Blanca Patricia Peña Revuelta[1]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, Torreón, Coahuila.
jaliscorga@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La crianza de reemplazos es un aspecto fundamental en cualquier sistema de producción lechero, ya que las becerras son las que van a sustituir en un determinado tiempo, a las vacas que poco a poco dejan la explotación. Reemplazos saludables, con tasas de crecimiento sostenidas para obtener tamaños adecuados y pesos meta, son 2 factores importantes que debe buscar cualquier sistema de crianza y desarrollo de becerras (Elizondo-Salazar y Sánchez-Álvarez, 2012). Sin embargo, la alimentación y prácticas de manejo en la crianza y desarrollo de becerras no son una prioridad en algunos establos lecheros de nuestro país y esto puede repercutir negativamente en la tasa de crecimiento de los animales y afectar su desempeño productivo y reproductivo (González *et al*., 2014).

El consumo de alimento iniciador es crítico para asegurar el crecimiento y el desarrollo adecuado del rumen durante los primeros meses de vida. Uno de los principales objetivos de la alimentación temprana de becerras 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 (Suárez *et al.* 2007).

Esto tiene que ver directamente con la producción de ácidos grasos volátiles que resultan de la fermentación de materia orgánica en el rumen (Suárez *et al*. 2006). Butirato y en menor grado propionato, estimulan el desarrollo de la mucosa del rumen, principalmente por su uso como fuentes energéticas para el epitelio ruminal (Tamate *et al.* 1962). Así por ejemplo, los forrajes usualmente se utilizan poco o nada en las etapas tempranas, ya que disminuyen el consumo de materia seca y presentan bajas tasas de fermentación, mientras que los alimentos balanceados son ampliamente utilizados (Nocek *et al*., 1984), ya que permite un incremento en el consumo de materia seca y además suministran altas concentraciones de ácidos grasos volátiles requeridos para el desarrollo papilar óptimo (Suárez *et al.* 2007).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue, determinar el consumo de alimento en becerras bajo diferentes sistemas de alimentación líquida.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó, del 05 de mayo del 2014 al 30 de julio del 2014, en un establo del municipio de Torreón, en el estado de Coahuila de Zaragoza; éste se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura entre 1000 y 2500 msnm, entre los paralelos 25° 42' y 24° 48' N y los meridianos 103° 31' y 102° 58' O (INEGI 2009).

Para observar el consumo de concentrado 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=6 L y T2=5 L de 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. Al T2: 3 L por la mañana y 2 L por la tarde hasta el día 50 de vida. En ambos tratamientos la primera toma de calostro tuvo lugar dentro de las 3 h después del nacimiento, posteriormente se les proporciono una segunda 6 h posteriores a la primera. Las becerras se alimentaron con leche pasteurizada y se les ofreció agua a libre acceso a partir del segundo día de vida. El concentrado iniciador (Cuadro 1) se ofreció diariamente por la mañana y de ser necesario se servía por la tarde, para medir el rechazo del concentrado se utilizó una báscula electrónica digital (L-EQ 5, Torrey ®), el consumo del alimento se midió a partir del tercer día de vida de las becerras. 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 consumo de concentrado iniciador se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey. Los análisis se ejecutaron utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012). Se empleó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio (Figura 1) muestran que existe diferencia estadística ($P < 0.001$) en el consumo de concentrado a favor del T2, en el cual el suministro de leche es de 5 L por día, éstos resultados son menores a los reportados por Rodríguez et al. (2013) en un estudio donde a las becerras se les suministro 4 L de leche por un período de 60 días, observaron consumos de 1,600 a 1,700 grs. entre los días 57 a 60 de vida.

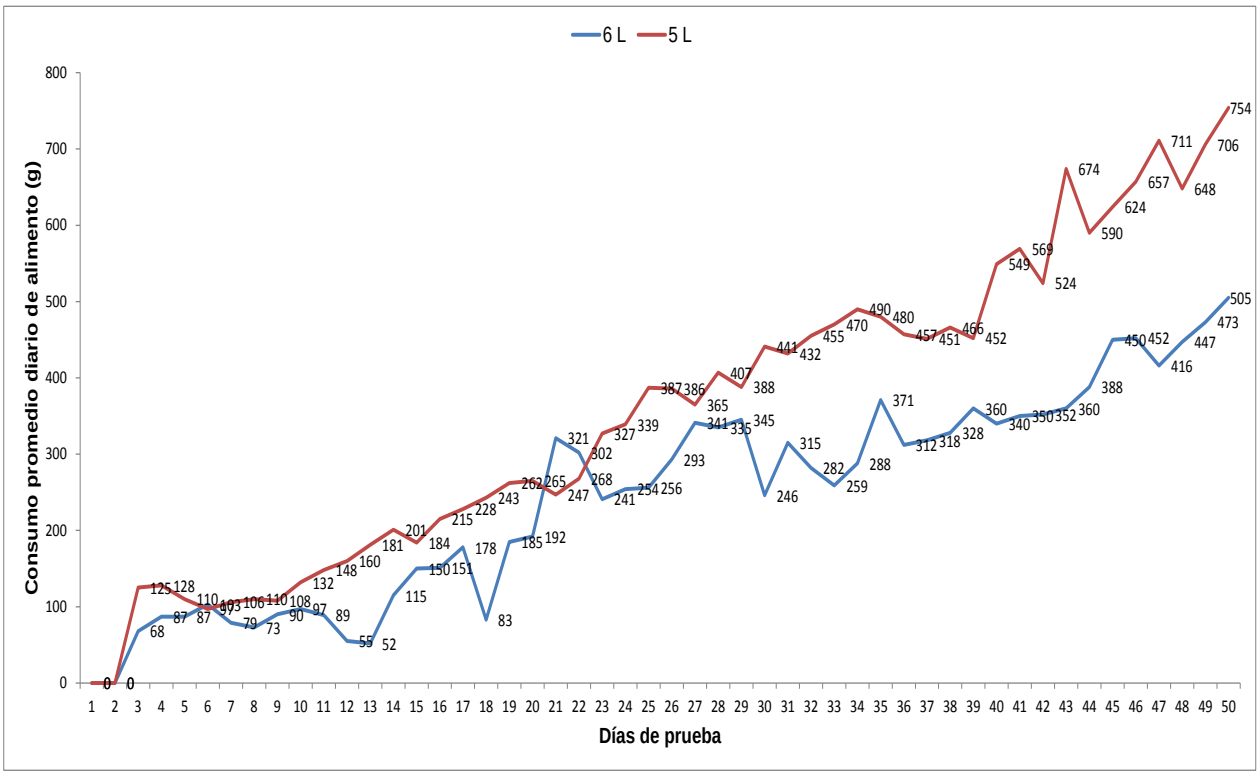


Figura 1. Consumo promedio diario de alimento en becerras lecheras bajo diferente sistema de alimentación líquida.

En cuanto a la información registrada sobre el consumo de alimento durante el período experimental, en los animales que tomaron mayor cantidad de leche se observó un menor consumo de alimento; resultados similares obtuvieron Elizondo-Salazar y Sánchez-Álvarez (2012), donde a un grupo de becerra se les ofreció una dieta líquida en forma restringida en 2 tomas diarias 4 y 8 L respectivamente, tuvieron un consumo semanal de 837 g y 517 g respectivamente. Esta situación permite analizar que animales que consumen mayores cantidades de dieta líquida demuestran satisfecha su necesidad de alimentación, por lo que no experimentan la necesidad de consumir alimento balanceado en mayor proporción.

En relación al consumo total (Figura 2) el consumo mayor se observa en el T2=14.34 kg Rodríguez et al. (2013) observaron consumos de 46 kg a partir del día 2 hasta el 60 de vida, en becerras a las cuales se les suministro 4 L de leche por un período de 60 días.

Las becerras normalmente requieren un par de semanas para empezar a comer cantidades significativas del alimento iniciador. Pero eso no significa que no haya que ofrecer iniciador a las becerras durante las dos primeras semanas de vida. Consecuentemente, toma por lo menos dos semanas para que las becerras coman suficiente iniciador para desarrollar el rumen suficientemente para que puedan ser destetadas. Si hay alguna interrupción en el consumo del iniciador, el desarrollo del rumen pueda atrasarse y la becerra podría no estar lista para el destete. También se les debe dar la oportunidad de consumir un iniciador de alta calidad, nutritivo y palatable (Quigley 2001).

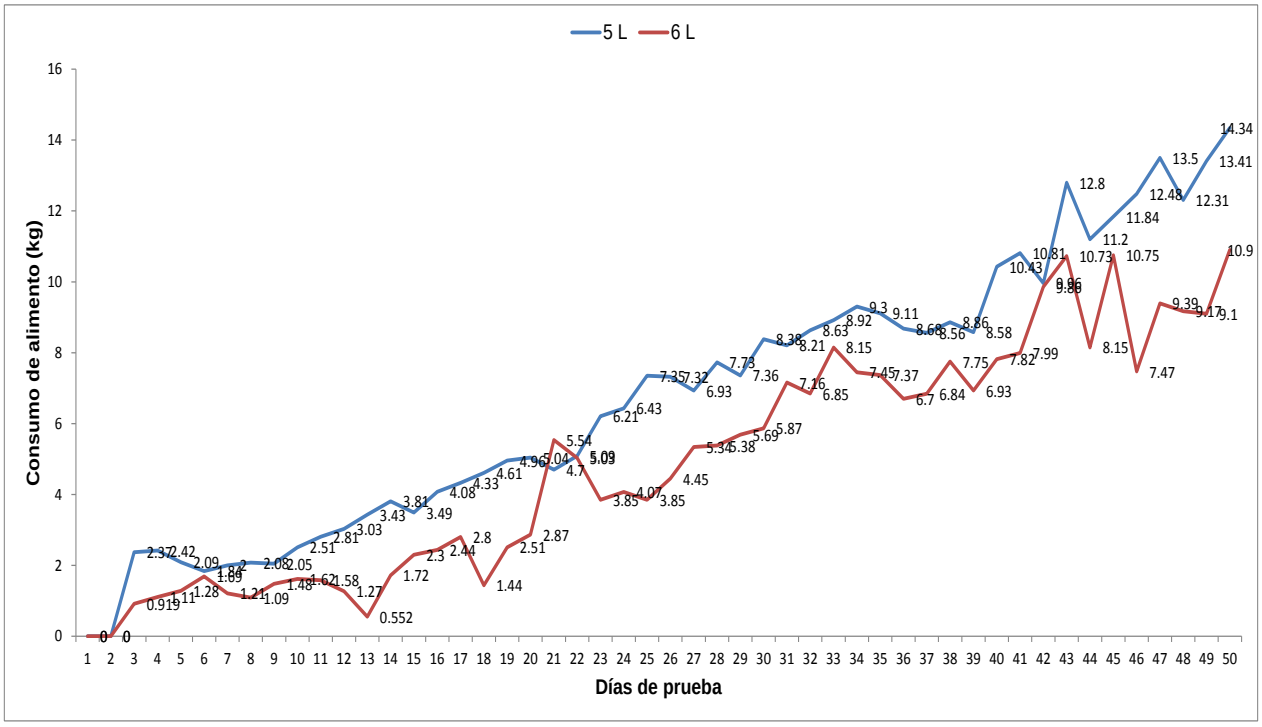


Figura 2. Consumo total de alimento en becerras lecheras bajo diferente sistema de alimentación líquida.

Es significativo enfatizar que conforme se alimenta más cantidad de dieta líquida, el consumo de alimento decrece y un bajo consumo de éste se ha asociado con una disminución en la tasa de desarrollo y funcionalidad del rumen, lo que podría favorecer con el deterioro en la condición corporal de los animales cuando son destetados y alimentados con algún tipo de forraje (Jasper y Weary 2002, Davis *et al*., 2011).

CONCLUSIONES

En relación a los resultados obtenidos bajo las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento, el consumo de alimento es mayor en las becerras que consumen menor cantidad de leche en su lactancia.

BIBLIOGRAFÍA

Davis, L., Vandehaar, M., Wolf, C., Liesman, J., Chapin, L. y Weber, M. 2011. Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics. J. Dairy Sci. 94:3554-3567.

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.

González, A. R., Pérez, R. E., González, A. J., Ramos, A. J. F., Florentino, B. G. Fernández, de la Cruz. Aleida., Peña. R. B. P. y Núñez, G. L. E. 2014. Consumo de concentrado iniciador en becerras lecheras sometidas a diferentes sistemas de alimentación líquida. XXVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México.

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 geoestadística 05009.

Jasper, J. y Weary, D. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. J. Dairy Sci. 85:3054-3058.

Nocek, J. E., C. W. Heald y C. E. Polan. 1984. Influence of ration physical form and nitrogen availability on ruminal morphology of growing bull calves. J. Dairy Sci. 67:334-340.

Olivares-Sáenz, E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 1.1. Facultad de Agronomía Universidad Autonoma de Nuevo León. Marín, N. L., Mexico.

Quigley, J. 2001. Calf Note #09 – When is a calf ready to wean? [en línea] **<**http://www.calfnotes.com/**>** [fecha de consulta 25 de julio 2013]

Rodríguez, H. K., J. N. Valenzuela, S. M. A. Salazar, H. G. Núñez y G. A. Villa. 2013. Ganancias diarias de peso de becerras Holstein durante la lactancia mantenidas bajo seguimiento del consumo de alimento concentrado. Memoria de la XXV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México.

Suárez, B. J., C. G. Van Reenen, G. Beldman, J. van Delen, J. Dijkstra y W. J. J. Gerrits. 2006. Effects of supplementing concentrates differing in carbohydrate composition in veal calf diets: I. Animal performance and rumen fermentation characteristics. J. Dairy Sci. 89:4365-4375.

Suárez, B. J., C.G. Van Reenen, N. Stockhofe, J. Dijkstra y W.J.J. Gerrits. 2007. Effect of Roughage Source and Roughage to Concentrate Ratio on Animal Performance and Rumen Development in Veal Calves. J. Dairy Sci. 90:2390-2403

Tamate, H., A. MCGuilliard, N. Jacobson y R. Getty. 1962. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. J. Dairy Sci., 45:408-420.

EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE BECERRAS ALIMENTADAS CON DIFERENTES SUSTITUTOS DE LECHE

Ramiro González Avalos[1*], Jesús Uriel Pérez Pérez[1], Rafael Ávila Cisneros[1], Juan Leonardo Rocha Valdez[1], Blanca Patricia Peña Revuelta[1]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, Torreón Coahuila.
*jaliscorga@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los animales jóvenes representan uno de los mayores problemas en los establos lecheros, puesto que, es en este momento cuando se deben sentar las bases para un correcto crecimiento y es, a su vez, cuando más delicados son todos los animales en general (Bacha, 1997). La becerra recién nacida debe ser alimentada con nutrientes altamente digestibles, que contengan niveles adecuados de proteína de alta calidad, energía, vitaminas y minerales. La alimentación en la vida temprana de la becerra, puede afectar no solo el desempeño y la supervivencia durante el tiempo de la alimentación líquida, sino también, la producción futura de leche una vez que esta alcanza su edad adulta (Soberon *et al*., 2012).

Los sustitutos lecheros o lacto-reemplazadores son productos que simulan a la leche natural que se suministra al ternero, pero siempre debe ir acompañado de un alimento seco que cuando se reconstituye, se disuelve o mantiene en suspensión sus componentes, puede sustituir la leche materna con resultados satisfactorios. Se ha indicado que las razones para su utilización son necesarias y económicas (Quintero, 2008).

Los ingredientes y los niveles de nutrientes varían grandemente entre productos, las recomendaciones generales de proteína cruda para los sustitutos lácteos son de 20 a 28%, los niveles más comunes usados para producirlos son de 20 a 22% de proteína cruda, los niveles de grasa cruda pueden tener un rango de 10 a 22%, con 15 a 20% los más comunes (Heinrichs y Coleen, 2002).

Para que un sustituto lácteo sea considerado de buena calidad, debe satisfacer todas las necesidades nutricionales del ternero, es decir, aportar proteínas, energía, vitaminas y minerales para cubrir los requerimientos de mantenimiento y crecimiento que tiene el animal. Como el sustituto es el único alimento que consume el animal en las primeras semanas de vida, la formulación debe ser lo más similar posible a la leche, incorporando cantidades suficientes de nutrientes para lograr un buen desarrollo (Garzón, 2007).

Por lo antes expuesto, el objetivo del presente estudio, fue evaluar el desarrollo de becerras, alimentadas con diferentes sustitutos de leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo del 01 de febrero al 30 de abril del 2015 en un establo de la Comarca Lagunera, el cual se localiza al Noreste del Estado de Durango entre las coordenadas 25º 32' y 25º 54' de latitud Norte y 103º 19' y 103º 42' de longitud oeste, a una altitud entre 1100 y 1800 msnm (INEGI, 2010).

Se utilizaron 80 becerras, 40 becerras por tratamiento. Los tratamientos quedaron como sigue: T1: sustituto lácteo A, T2: sustituto lácteo B, las características nutricionales de ambos sustitutos se muestran en el (cuadro1). Para ambos tratamientos, cada litro de sustituto lácteo, fue preparado con 140 g de sustituto en polvo mezclado con 860 ml. de agua caliente, la mezcla se realizó completamente homogeneizada y ofrecida a 38°C a las becerras. Las becerras en ambos tratamientos, recibirán el sustituto de leche de la siguiente manera: del día 0 al día 12, 2 L por toma, del día 12 al día 15, 2.5 L por toma, del día 15 al día 21, 3 L toma y por ultimo del día 25 al 60, 4 L por toma, en dos tomas diarias; una por la mañana 7 am y otra por la tarde 3 pm. El agua estuvo disponible a libre acceso a partir del segundo día de edad. Finalmente, se ofreció alimento iniciador (22% PC) a libre acceso a partir del tercer día de edad. El destete fue a los 60 días.

Cuadro 1. Composición nutrimental de los sustitutos utilizados en la alimentación de las becerras.

COMPONENTE	SUSTITUTO A	SUSTITUTO B
Lactosa mínimo	33.00 %	*
Proteína mínimo	22.00 %	26.0 %
Grasa mínimo	20.00 %	16.0 %
Fibra máxima	0.15 %	0.10 %
Vitamina A mínimo	44,000 U.I. /kg	33,000 U.I. /kg
Vitamina D3 mínimo	11,000 U.I. /kg	6,600 U.I. /kg
Vitamina E mínimo	44,000 U.I. /kg	330 U.I. /kg
Vitamina C mínimo	*	330 mg/kg
Humedad máxima	6.00 %	*

Las variables que se consideraron fueron: peso y altura al nacimiento, altura a la cruz al destete; además, además se estimaron las variables ganancia de peso total, ganancia de peso diario. La ganancia de peso total se obtuvo de la diferencia entre peso al destete menos peso al

nacimiento, la ganancia de peso diario se calculó mediante la división de la ganancia de peso total entre el número de días en lactancia.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante un análisis de varianza y una comparación de medias mediante la prueba de Tukey. Se empleará el valor de $P < 0.05$ para considerar una diferencia estadística. Los análisis se ejecutarán utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos en los parámetros de producción (Figuras 1 y 2) no se obtuvo diferencia estadística ($P>0.5$). Quigley (1997), indica que la ganancia diaria de peso esperada para becerras alimentadas con sustituto de leche es de 0.400 g/d, por lo tanto las becerras de ambos grupos del presente experimento obtuvieron una ganancia de peso por arriba del peso esperado para estas becerras 0.561 SL-A y para el SL-B 0.562 g/d.

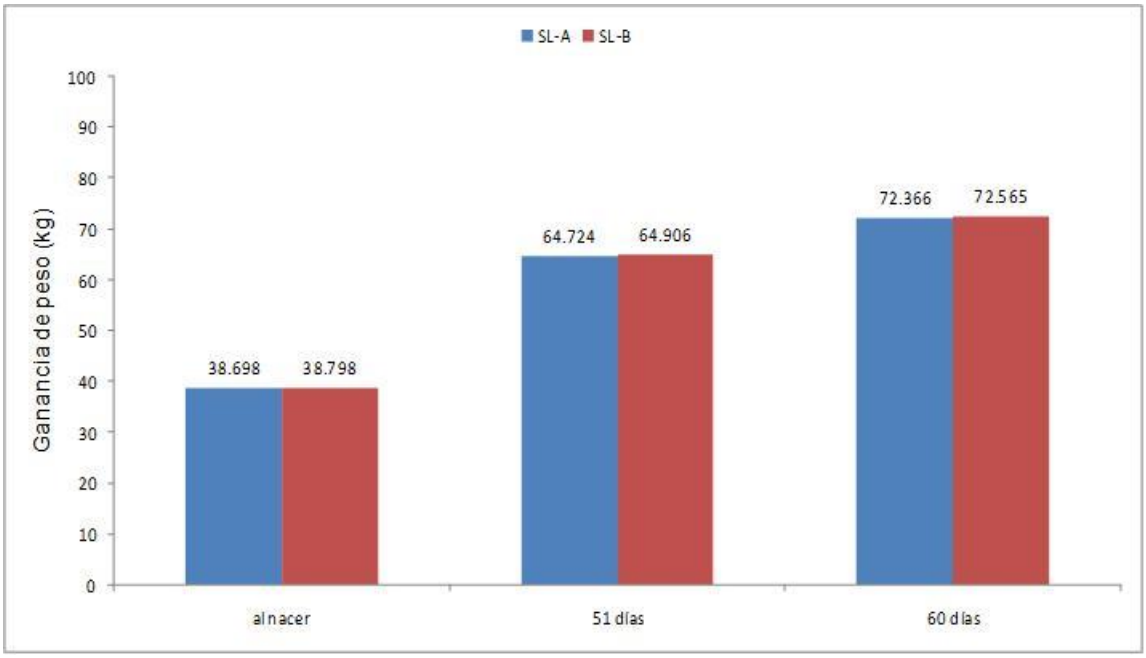


Figura 1. Ganancia de peso en las diferentes etapas de desarrollo de las becerras.

Jasper y Weary (2002) reportan ganancias de peso diario de 0.780 g/d en becerras alimentadas con leche a libre acceso, en comparación con becerras alimentadas convencionalmente obteniendo una ganancia de peso de 0.480 g/d. en donde todas las becerras fueron alimentadas con sustituto de leche durante 63 días. Favela (2015) reporta ganancia de peso de .607 kg en becerras alimentadas con un sustituto de leche con 20% de proteína y 20% de grasa en un período de 45 días.

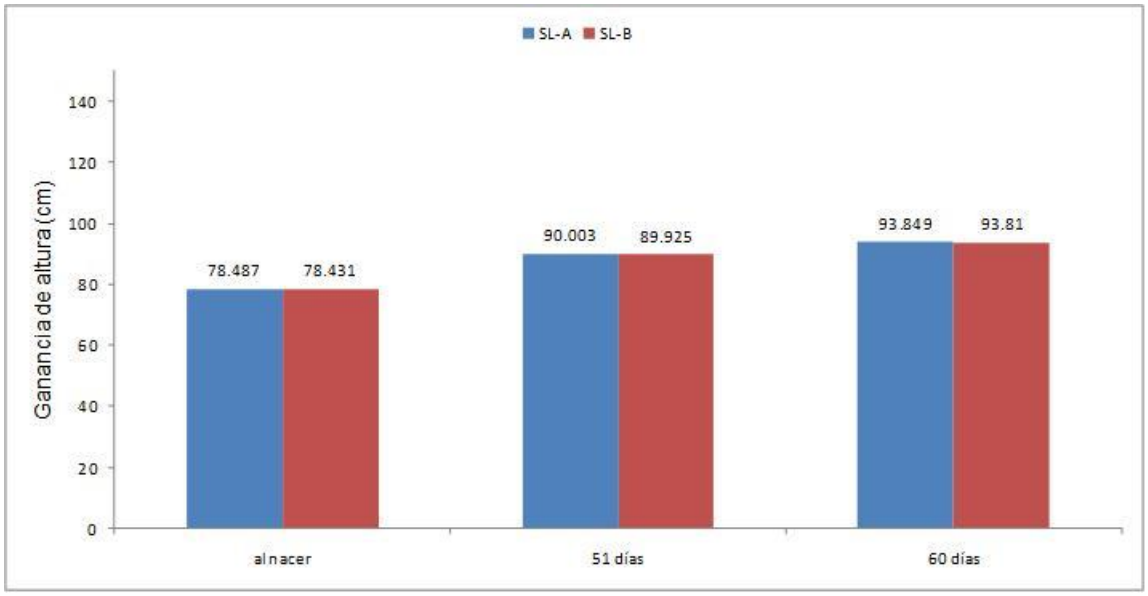


Figura 2. Ganancia de altura en las diferentes etapas de desarrollo de las becerras.

Las ganancias de peso en el presente estudio a los 60 días de vida de las becerras oscilan entre 72.36 y 72.565, son superiores a las reportadas por González *et al.* (2011a), indican ganancias de peso diario en becerras alimentadas con sustitutos con 20% de PC y 20% de grasa entre 67 y 68.8 kg/día en lactancias de 60 días. En becerras alimentadas con sustitutos con 20% PC: 20% grasa y 22% PC: 20% grasa, González *et al.* (2011b), observaron ganancias entre 63 y 68.7 kg/día en lactancia de 60 días.

González *et al.* (2011c), observaron ganancias de 60.60 y 54.67 kg en becerras alimentadas con sustitutos que contenían 20% PC: 20% grasa y 22% PC: 20% grasa respectivamente durante los primeros 60 días de vida. Ganancias similares son reportadas por González *et al*. (2011d), 68.75 y 63 kg en becerras alimentadas con sustitutos que contenían 20% PC: 20% grasa y 22% PC: 20% grasa en los primeros 55 días de vida.

Ahora bien, analizando la razón de los resultados, podría ser que la calidad de la proteína del sustituto A sea superior, ésta es sólo una teoría, ya que en este estudio no se realizó un análisis nutrimental de cada sustituto. Al respecto, el contenido ideal de fibra cruda en un sustituto lácteo es de 0.15%, ya que indica la cantidad relativa de proteína de origen vegetal (USDA, 2007), sin embargo, cumplir con dicho requerimiento, no asegura que ésta proteína sea digestible (Quigley III, 1997), pudiendo afectar el desempeño de las becerras.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de esta evaluación no se observó diferencia en el desarrollo de los animales. Para posteriores estudios se recomienda realizar análisis al sustituto para tener la certeza en el contenido de sus ingredientes, además, utilizar diferentes concentraciones y evaluar su impacto en el desarrollo de las becerras.

BIBLIOGRAFÍA

Bacha, F. 1997. Nutrición del ternero neonato. XV Curso de Especialización. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Madrid, España.

Favela, E. N. 2015. Efecto del selenio y vitamina B12 sobre el desarrollo y supervivencia de becerras lecheras Holstein Friesian. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México.

Garzón Q. B. 2007. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504. Volumen VIII Número 5.

González-Avalos. R., González-Avalos, J., Rodríguez-Hernández, K., Peña-Revuelta, B.P., y Núñez-González, L.E. 2011a. Desarrollo productivo de becerras Holstein alimentadas con sustitutos lácteos con similar contenido de proteína: Estudio de caso 2. 11º Congreso Internacional de MVZ Especialistas en Bovinos. Torreón Coahuila.

González, A. R., A. J. González, H. K. Rodríguez, P. B. P. Revuelta, y N. L. E. González. 2011b. Desarrollo productivo de becerras Holstein lactantes alimentadas con sustitutos de leche l. XXIII Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Durango.

González-Avalos. R., González-Avalos, J., Rodríguez-Hernández, K., Peña-Revuelta, B.P., y Núñez-González, L.E. 2011c. Desarrollo productivo de becerras Holstein alimentadas con sustitutos lácteos con similar contenido de proteína: Estudio de caso 1. 11º Congreso Internacional de MVZ Especialistas en Bovinos. Torreón Coahuila.

González, A. R., A. J. González, H. K. Rodríguez, P. B. P. Revuelta, y N. L. E. González. 2011d. Desarrollo productivo de becerras Holstein lactantes alimentadas con sustitutos de leche ll. XXIII Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Durango.

Heinrichs, A. J. y Coleen, M. J. 2002. Feeding the newborn dairy calf. Special Circular 311. Peen State. College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension. Pennsylvania State University.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tlahualilo, Durango. Clave geoestadística 10036.

Jasper J. y Weary D. M. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *J. Dairy Sci*. 85:3054-3058.

Olivares-Sáenz E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 1.1 de prueba. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L., México.

Quigley III, JD. 1997. Replacement heifers from birth to weaning. Western Dairy Management Conference. March 13-15, Las Vegas, Nevada, USA. pp. 23-34.

Quintero B. G. 2008, Departamento Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Agraria de la Habana, Apartado 18 San José de las Lajas, La Habana, Cuba

Soberon, F., E. Raffrenato, R. W. Everett y M. E. Van Amburgh. 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. J. Dairy Sci. 95:783-793.

USDA. United States Department of Agriculture.Dairy 2007. Part I: Reference of dairy cattle health and management practices in the United States, 2007. USDA-APHIS-VS, CEAH. Fort Collins, CO. [en línea]. <http://nahms.aphis.usda.gov/dairy/dairy07/Dairy07_is_PartI_Hghlights.pdf. > [Consulta: 12 de enero de 2013]

IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS EN DESCARGAS UTERINAS POSTPARTO EN VACAS LECHERAS HOLSTEIN

Ramiro González Avalos[1*], Xochilt de Jesús Luna González[1], Rafael Ávila Cisneros[1], Juan Leonardo Rocha Valdez[1], Blanca Patricia Peña Revuelta Blanca[1]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, Torreón, Coahuila.
*jaliscorga@gmail.com

INTRODUCCION

Los bovinos son susceptibles a numerosas infecciones y a enfermedades metabólicas durante la etapa temprana post-parto. Estas enfermedades son asociadas con el cambio abrupto de demandas nutricionales y procesos fisiológicos presentes durante este lapso de tiempo. Por lo que, la metritis puerperal es una enfermedad post-parto que es conocida por disminuir la producción láctea, consumo de alimento, además de afectar negativamente el desempeño reproductivo (Wittrock *et al.,* 2011).

Además, la metritis involucra el endometrio, tejido glandular inferior y capas musculares. La condición de metritis puede presentarse clínicamente o sub-clínicamente. La metritis clínica puede ser aguda, presentándose rápidamente y afectando generalmente el apetito de la vaca y su producción de leche; la crónica, la cual persiste por un largo periodo. Por otra parte, la metritis clínica puede ser detectada por palpación rectal como un incremento en tamaño y grueso de la pared uterina. Una descarga vaginal purulenta puede o no puede estar presente (Manspeaker, 2010).

La contaminación del útero después del parto y cambios metabólicos en el periodo de transición son factores etiológicos de ocurrencia importante de metritis y endometritis. Por consiguiente, la endometritis es una de las condiciones reproductivas más comunes en vacas. La endometritis bacteriana después del parto es la causa más común de infertilidad en vacas así como la tardanza de involución uterina, prolonga el tiempo al primer estro, incrementa el número de servicios por concepción (Udhayavel *et al*., 2012). La metritis puerperal es caracterizada por la presencia de un útero anormalmente engrandecido, con una secreción de olor fétido café- rojiza asociada con signos de una enfermedad sistemática (Galvao *et al*., 2011).

De ahí que, la contaminación bacteriológica del útero después del parto y cambios metabólicos en el periodo de transición son factores etiológicos importantes para la ocurrencia de metritis y endometritis. Una gran variedad de bacterias han sido recuperadas del útero de vacas postparto. Los patógenos más prevalentes involucrados en la etiología de endometritis son

Arcanobacteriuim pyogenes, Escherichia coli, Fusobacterium necrophorum y Prevotella species (Udhayavel *et al*., 2012).

Cabe considerar, por otra parte; la presencia de bacterias en el útero causa inflamación, lesiones histológicas del endometrio y retardos en la involución uterina. Después del parto bacterias del ambiente del animal contaminan el lumen uterino. La infección persiste en el útero de muchos animales por más de tres semanas, con aproximadamente 15% de las vacas lecheras, presentando signos de endometritis clínica. Estos animales tendrán tasas de concepción bajas, duraran más tiempo en concebir y es probable que se envíen a desecho por infertilidad (Moges *et al.,* 2013).

Examinación de las descargas vaginales, es uno de los procedimientos más útiles, ya que la presencia de pus en la vagina es correlacionada a la presencia de bacterias patógenas en el útero (Giuliodori *et al.,* 2013). No hay un estándar de oro que exista para el diagnóstico de endometritis, lo que hace que sea desafiante (Madoz *et al*., 2014). Además, de la resistencia bacteriana emergente a antibióticos utilizados ha sido demostrado (Moges *et al*., 2013). El objetivo del presente trabajo fue identificar los patógenos que se encuentran en las descargas uterinas postparto en vacas lecheras Holstein.

MATERIALES Y METODOS

Se analizó a 30 vacas de dos establos diferentes. Estos localizados en el Municipio de Torreón, en el Estado de Coahuila de Zaragoza; en la región semi-desértica del norte de México a una altura entre 1000 y 2500 msnm, entre los paralelos 25° 42’ y 24° 48’ N y los meridianos 103° 31’ y 102° 58’ O (INEGI, 2009).

Las vacas analizadas son de raza Holstein con signos de metritis o placenta retenida. Los signos incluyen desde presentación de descargas mucopurulenta, café rojizas a pirexia, y anorexia. Para obtener las muestras se dio limpieza de área peritoneal para así prevenir la contaminación o reducir la contaminación de la muestra. Se usó guantes estériles, e hisopos estériles para cada muestra. En una hielera se alojaron a temperatura 4-12°C tubos de ensaye con medio de transporte Stuart. El medio es químicamente definido como semisólido, medio no-nutriente que previene la proliferación microbial. Es por su composición que el medio asegura que los microorganismos que están presentes, puedan sobrevivir por el tiempo suficiente (HIMEDIA, 2011).

Las bacterias fueron identificadas en base a las características de la colonia, por tinción Gram, morfología, y hemolisis.

El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los resultados obtenidos en el presente estudio (Figuras 1 y 2) se observó crecimiento de microorganismos en un 91% del total de las muestras. En agar sangre hubo un crecimiento de 95% y en agar MacConkey un 83% del total de las muestras respectivamente.

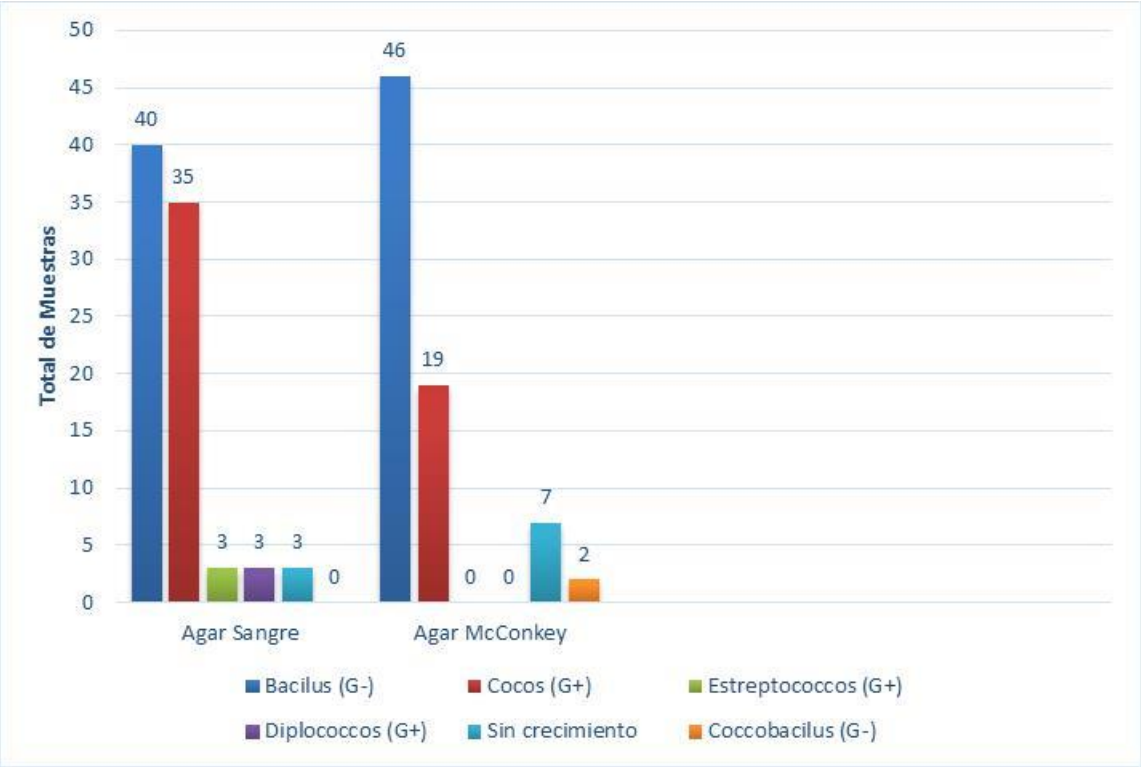


Figura 1. Microorganismos observados en descargas uterinas posparto.

Los microorganismos que se obtuvieron del agar MacConkey se pudieron observar bajo el microscopio bacilos Gram negativos, cocos Gram positivos, y cocobacilos Gram negativos. De acuerdo al estudio por Bonnet et al. (1990) en los resultados también se observó crecimiento de microorganismos Gram positivos y Gram negativos en ambos agares Sangre y MacConkey.

En base a la distinción de colonias y su identificación por tinción Gram y morfología algunas de las bacterias que se encontraron fueron: *Escherichia coli* su crecimiento se encontró en ambos agares. De acuerdo al estudio por Gani et al (2008) *Escherichia coli* produjo colonias con brillo metálico en agar MacConkey bajo la tinción Gram se observaron bacilos Gram negativos. De manera análoga, se reportó que la bacteria *Escherichia coli* causan enfermedades en tracto reproductivo de la hembra a un 40% después del parto (Sheldon *et al*., 2010).

Klebsiella sp, se identificó por colonias de distinción mucoides de color moradas-rosa y convexas, bajo el microscopio con tinción Gram se observó bacilos Gram negativos. En la

investigación por Xing et al. (2008), la bacteria *Klebsiella* se identificó en 11.5%, en donde se muestreo a 26 úteros con endometritis.

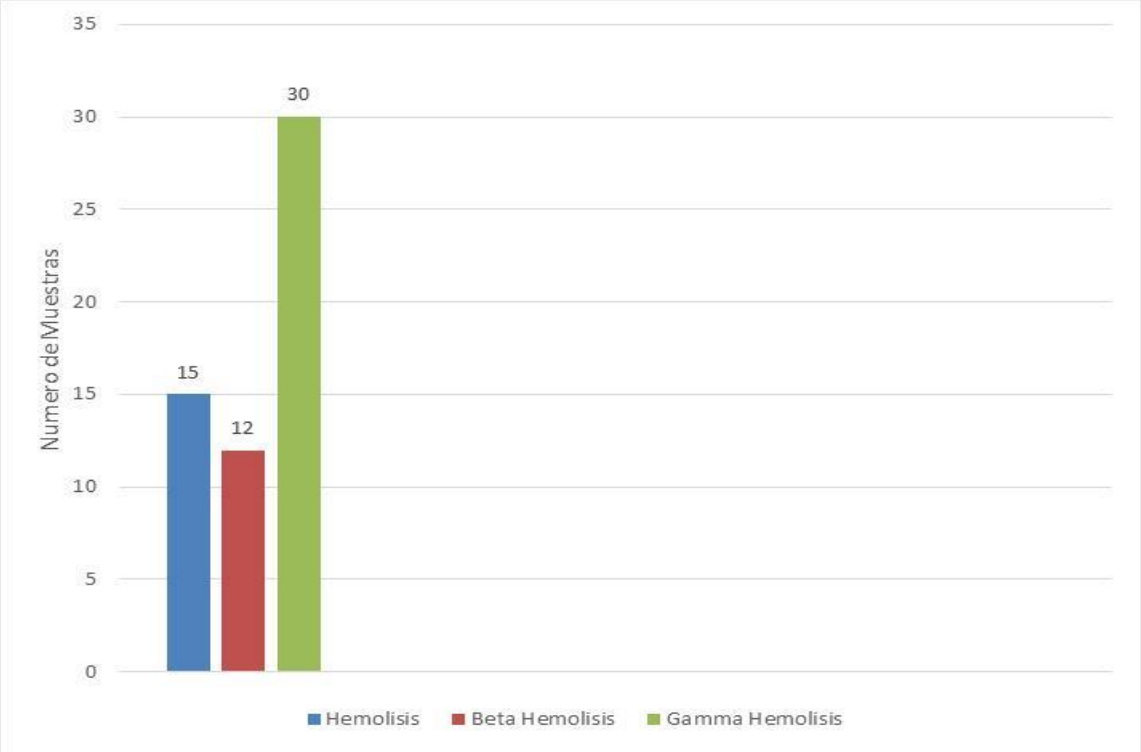


Figura 2. Reacciones hemolíticas de los microorganismos en agar Sangre

El uso de dos tipos de agares resulto eficiente, se observó desarrollo de diferentes tipos de bacterias. En el agar sangre se encontraron colonias distintas de las cuales 15 mostraron hemolisis, 12 beta hemolisis, en 30 se mostró gamma hemolisis. En comparación al estudio realizado por Sheldon et al. (2004) se reportó en su mayoría de las bacterias identificadas estreptococo alfa hemolítico.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permiten concluir que existe una considerable cantidad de bacterias en las descargas uterinas posparto de las vacas lecheras. Estos microorganismos que pueden llegar a causar varias enfermedades uterinas como la metritis y endometritis. Sin embargo, se requiere llevar a cabo más investigaciones que permitan evaluar el impacto de las enfermedades sobre la producción y reproducción de las vacas. Por otra parte es importante estudiar el efecto de la aplicación de terapias con antibióticos sobre el control o la eliminación de las enfermedades.

BIBLIOGRAFIA

Bonnet, B. N., Martin S. W., Gannon P. J. y Etherington W. G., 1990. Endometrial Biopsy in Holstein-Friesian Dairy Cows III. Bacteriological Analysis and Correlations with Histological Findings, Can J Vet Res, 55:168-173

Galvao, N. K., Risco, C. y Santos J. 2011. University of Florida. Gainsville,FL Identifying and Treating Uterine Disease in Dairy Cows. Veterinary Medicine-Large Animal Clinical Sciences. VM179:1-5.

Gani, M. O., Amin, M. M., Alam, M. G. S., Kayesh, M. E. H., Samad, M. A., y Islam, M. R. 2008. Bacterial flora associated with repeat breeding and uterine infections in dairy cows. Bangl. J. Vet. Med. 6(1):79-86.

Giuliodori, M. J., Magnasco, R. P., Becu-Villalobos, D., Lacau-Mengido, I. M., Risco, C. A. y de la Sota, R. L. 2013. Metritis in dairy cows: Risk factors and reproductive performance. J. Dairy Sci. 96:3621-3631.

HiMedia Laboratories (HIMEDIA). 2011. Transport Medium, Stuart. Technical Data. M306. Mumbai, India. N:022-6147.

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 geoestadística 05009.

Madoz, L. V., Giuliodori, M. J., Migliorisi, A. L., Jaureguiberry, M. y De la Sota, R. L. 2014. Endometrial cytology, biopsy, and bacteriology for the diagnosis of subclinical endometritis in grazing dairy cows. J. Dairy Sci. 97(1):195-201.

Manspeaker, J. E. 2010. University of Maryland, College Park, MD. Metritis and Endometritis. Dairy Integrated Reproductive Management. IRM-22:1-3.

Moges, N., Regassa, F., Yilma, T. y Unakal, C. G. 2013. Isolation and antimicrobial susceptibility of bacteria from dairy cows with clinical endometritis. Journal of Reproduction and Infertility. 4(1):04-08.

Sheldon, I. M., Rycroft, A. N. y Zhou, C. 2004. Association between postpartum pirexia and uterine bacterial infection in dairy cattle. The Veterinary Record. 154(10):289-293.

Sheldon, I. M., Rycroft, N. A., Dogan, B., Craven, M., Bromfield, J. J., Chandler, A., Roberts, M. H., Price, S. B., Gilbert, R. O. y Simpson, K. W. 2010. Specific strains of escherichia coli are pathogenic for the endometrium of cattle and cause pelvic inflammatory disease in cattle and mice. PLoS ONE 5(2):e9192.

Udhayavel, S., Malmarugan, S., Palanisamy, K., y Rajeswar, J. 2012. Antibiogram pattern of bacteria causing endometritis in cows. Vet World. 6(2): 100-102.

Wittrock, J. M., Proudfoot, K. L., Weary, D. M. y VonKeyserling, M. A. G. 2011. Short communication: Metritis affects milk production and cull rate of Holstein multiparous and primiparous dairy cows differently. J. Dairy Sci. 94:2408-12.

Xing, C., Song-hua, H. y Ting, L. 2008. Isolation and identification of pathogenic bacteria from endometritis in dairy cows and bacteriostasis of e-polylysine. Chinese Journal of Veterinary Drug. 10:1-5.

PURIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROTEÍNA P25 DEL VIRUS ARTRITIS ENCEFALITIS CAPRINA (AEC)

Timoteo Delgado Maldonado[1], María Genoveva Alvarez Ojeda[2], Eduardo Cruz Gonzalez[1], Ana Belén Hernández Hernández[2] y Rubén Darío Garza Cedillo[2]

Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria, Reynosa Aztlán, calle 16 y lago de Chapala, colonia Aztlán, Cd. Reynosa Tam.C. P. 88740. [2]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. 83210 o 83204. Autor para correspondencia: (alvarez.genoveva@inifap.gob.mx).

INTRODUCCIÓN

El Virus de la Artritis Encefalitis Caprina (AEC) es un Lentivirus que pertenece a la familia Retroviridae*,* subfamilia Lentivirinae, que provoca una patología infecciosa y contagiosa que ataca a diversos aparatos y sistemas de los caprinos y se manifiesta de manera persistente durante la vida del animal infectado. La transmisión del agente etiológico, en los cabritos es a través del contacto directo con cabras infectadas y por el consumo de leche y calostro contaminado, sin embargo la diseminación también se presenta a través del semen en los machos (Martínez *et al*., 2006). Las principales manifestaciones de la enfermedad por el virus de la artritis encefalitis caprina es una inflamación crónica de las articulaciones cárpales y tarsales, junto con el endurecimiento de las ubres (Sáenz, 2006). Por ésta razón, las pérdidas económicas en la producción caprina se ven reflejadas cuando se realizan importaciones y éstos dan positivo a las pruebas serológicas, por lo que los animales afectados son sacrificados, y además llevar a cabo una campaña para erradicar la enfermedad resulta muy costosa, por lo que es más conveniente para los productores la identificación y el diagnóstico oportuno para aislar los animales enfermos y así evitar la propagación de la enfermedad (Petursson *et al*., 1990). Por lo que se recurre a las pruebas serológicas para diagnosticar a los animales infectados, siendo la inmunodifusión en gel de agar (IDGA) la más comúnmente utilizada debido a su simplicidad y bajo costo, aunque su sensibilidad se considera baja (Kwang *et al*., 1995). Sin embargo, hoy día la tecnología del DNA recombinante en el sistema de expresión procariota *E. coli*, ha dado muy buenos resultados en cuanto a la expresión y obtención de proteínas heterólogas, esto debido a las grandes ventajas que ofrece éste sistema y que ya han sido documentadas en trabajos previos (López, 2015; Cruz, 2016). Debido a esto, en este trabajo el objetivo fue purificar y evaluar la proteína p25 recombinante como posible inmunógeno en la prueba del inmunoensayo (ELISA).

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Biológico: Se utilizó una cepa de *E. coli* BL21 transformada con un vector de expresión que contenía el fragmento que codifica para la proteína p25 del VAEC, un gen de resistencia a antibiótico y una secuencia que agrega una etiqueta de poli-histidinas a la proteína de interés. Se probaron un total de 20 sueros los cuales fueron recolectados en un hato caprino del estado de Tamaulipas, para un estudio de seroprevalencia, realizado por (Cantú *et al*., 2015) en el cual se utilizó una prueba de ELISA (CAEV/MVV Antibody test kit, IDEXX Laboratories) para seleccionar los sueros como referencia para probar el antígeno p25 recombinante en la prueba de ELISA.

En un trabajo previo, se clonó y expresó la proteína p25 del virus de la AEC, en el sistema de *E. coli* BL21. Con el propósito de determinar el tiempo en qué las bacterias llegan a la fase exponencial, se activó ésta misma cepa, ya transformada con el plásmido en caldo Luria Bertani (LB) y se incubó a 37 °C ±18 horas. Al día siguiente, se tomó 1 ml del cultivo y se adicionó 50 mg/ml de ampicilina en un matraz que previamente contenía 25 ml de caldo LB y se procedió a realizar la cinética de crecimiento con el fin de determinar sus fases y conocer el tiempo en que llega a una Densidad Óptica 600 nm (DO_{600} = ~0.5 nm) para agregar el inductor metabólico isopropil-β-D-tiogalactopiranósido (IPTG) en distintas concentraciones para sobre-expresar la proteína y de nuevo se incubaron a 37 °C en agitación a 200 rpm. Este mismo procedimiento fue realizado por segunda vez, sin embargo, ya se conocía el tiempo de inducción y la concentración óptima del inductor IPTG. Al finalizar el tiempo de inducción el cultivo fue centrifugado a 9000 rpm por 5 minutos. El pellet obtenido fue lavado dos veces con PBS y conservado a -20 °C hasta su uso.

Electroforesis SDS-PAGE: El pellet de células de *E. coli* BL21 fue descongelado y lisado con 1 ml del amortiguador que contenía imidazol. Se incubó 30 minutos a temperatura ambiente y se centrifugó a 14000 rpm por 20 minutos a 4 °C. Se recuperó la fracción soluble en un tubo nuevo y se agregó 40 µl de amortiguador 2X SDS-PAGE, se calentó en baño seco a 100 °C por 5 minutos. El gel separador y el gel concentrador fueron preparados a una concentración del 15 % y 5 %, respectivamente según (Sambrook, 2001) y se cargaron 15 µl de muestra en cada pocillo y 5 µl de Marcador de Peso Molecular (MPM, Broad Range Protein Molecular Weight Marker, Promega) y la electroforesis se dejó correr a 100 Voltios por cuatro horas. El gel fue teñido en solución de azul de coomassie por 1 hora y posteriormente se colocó en una solución desteñidora hasta que las bandas fueron visibles.

Western blot: Para confirmar la expresión de la proteína p25, se llevó a cabo la transferencia *semy-dry* desde el gel hacia una membrana de fluoruro de polivinilideno (PVDF) durante dos horas a 25 voltios en una cámara semi seca (Enduro™ Semy-Dry 20, Labnet International, Inc.), de acuerdo al protocolo establecido por (Sambrook, 2001).

Purificación por cromatografía de afinidad: Una vez confirmada la expresión de la proteína p25 recombinante por medio de western blot, se procedió a su purificación. Para este procedimiento se hizo uso de un kit comercial QIAGEN® Ni-NTA Fast start Handbook y se siguieron las indicaciones del fabricante. Las fracciones obtenidas fueron separadas por SDS-PAGE al 15 % para ubicar dónde se hallaba la mayor cantidad de proteína recombinante, y posteriormente fue corroborada usando el método de Bradford, para su cuantificación.

Diálisis: La diálisis se realizó con una membrana de éster de celulosa (Spectra/Por® Dialysis Membrane, Biotech CE Trail Kit) y se siguieron las indicaciones del fabricante dejando la muestra de la fracción de elución del purificado, dializar en agitación a 4 °C ± 17 horas, y al siguiente día la muestra fue recolectada en un tubo estéril y se conservó a -20 °C hasta su uso.

Técnica de ELISA: Para realizar la técnica de ELISA, primeramente se tapizó una placa de poliestireno de 96 pocillos de fondo plano totalmente estéril y se colocaron 100 µl de la proteína, ya dializada y diluida en amortiguador de carbonatos pH 9.0. Se dejó incubar dos horas a temperatura ambiente y se dejó por 24 horas a -80 °C. Después se descongeló la placa, y se lavó tres veces con 150 µl de solución PBS-Tween (0.05 %). La placa fue bloqueada una hora con solución de TBS con BSA 2 % (p/v), y se realizaron tres lavados con 150 µl de solución PBS-Tween. Los sueros verdaderos positivos y negativos, así como las muestras fueron diluidos en buffer carbonatos, colocándose 100 µl en cada pocillo y se dejó incubar 1 hora a 37 °C en cámara húmeda. Transcurrido ese tiempo, la placa se lavó tres veces con 150 µl de solución PBS-Tween y se añadió 100 µl de conjugado en cada pocillo y se llevó a incubar una hora a 37 °C. Se hicieron tres lavados con 150 µl de solución PBS-Tween. Se agregó 100 µl de sustrato TMB/H_2O_2 (Trimetilbencidina/Peróxido de Hidrógeno) en cada pocillo y se dejó incubar en oscuridad por 15 minutos, se detuvo la reacción con 100 µl de solución STOP (H_2O). Finalmente, la placa fue leída en un espectrofotómetro (Sigma Diagnostics, EIA multi-well reader) a una λ=405 nm. Para el análisis estadístico, las absorbancias se utilizaron para construir una curva ROC (Receiver Operating Characteristic) en el programa GraphPad Prism versión 7.0, para determinar la sensibilidad y especificidad de la proteína p25 en la prueba de inmunoensayo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cinética de crecimiento de la proteína p25: Una vez que se activó la cepa, para llevar a cabo la cinética de crecimiento se midió la absorbancia cada hora, se hizo la lectura en el espectrofotómetro (SPECTRONIC® GENESYS™ 5) a una densidad óptica de 600 nm. En la figura 1, se observa el comportamiento de la cinética de crecimiento monitoreada durante siete horas (discriminando la hora cero) donde se determinó que el tiempo necesario en que la clona *E. coli* BL21 llega a la fase exponencial fue de 3 horas.

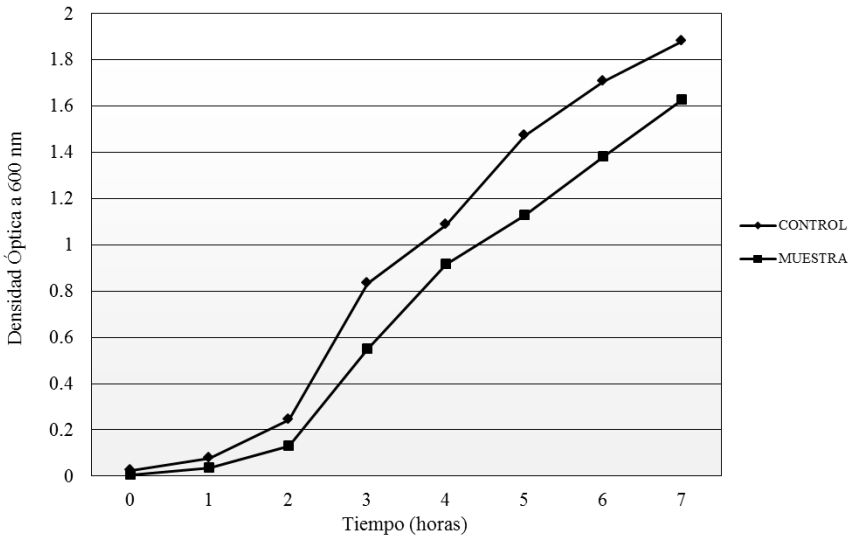


Figura 1. Cinética de crecimiento bacteriano de la clona *E. coli* BL21 transfectada con el plásmido con respecto a un control de la misma sin IPTG.

Western blot**:** Aplicando la técnica del western blot se confirmó la expresión de la proteína p25 recombinante, probando distintas concentraciones proporcionales de un anticuerpo anti-histidinas (1:1000 y 1:5000) y del anticuerpo anti-IgG de ratón conjugado con peroxidasa de rábano (HRP), observándose una banda de aproximadamente 32 kDa que corresponde a la proteína p25 del virus de la AEC, esto debido al peso molecular que agrega la etiqueta de histidinas. Demostrada la expresión de la proteína p25 del virus de la AEC se purificó por cromatografía de afinidad a iones metálicos inmovilizados (IMAC por sus siglas en inglés), con el kit QIAGEN® Ni-NTA Fast start Handbook y después se cuantificó por el método de Bradford frente a una curva estándar de suero de albúmina bovina (BSA por sus siglas en inglés), donde se obtuvo 0.46 mg/ml de proteína. Por último las fracciones del purificado se corrieron en PAGE-SDS, y se visualizaron las bandas de la proteína de interés a 32 kDa. En la figura 2 se señalan las diferentes fracciones obtenidas.

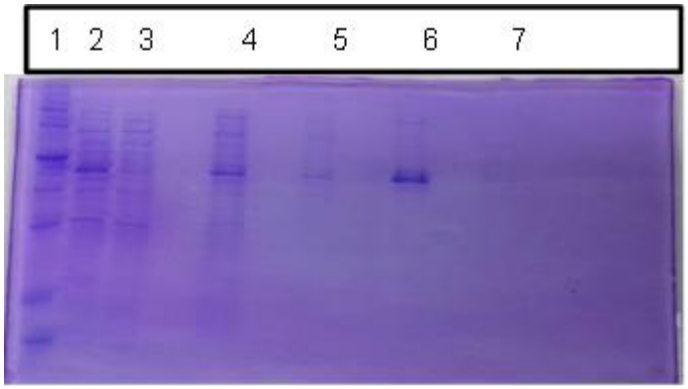


Figura 2. De izquierda a derecha: carril 1: MPM, carril 2: Lisado, carril 3: lisado pasado por la columna, carril 4: primer lavado, carril 5: segundo lavado, carril 6: primera elución, carril 7: segunda elución

Técnica de ELISA: Las muestras en la placa fueron leídas en un espectrofotómetro (Sigma Diagnostics, EIA multi-well reader) a λ=405 nm arrojando como resultados las absorbancias con las cuales se determinó la sensibilidad y especificidad en un 100 % y 66.67 %, respectivamente. Éstos resultados son cuestionables, sin embargo se requiere de un mayor número de muestras para mejorarlos.

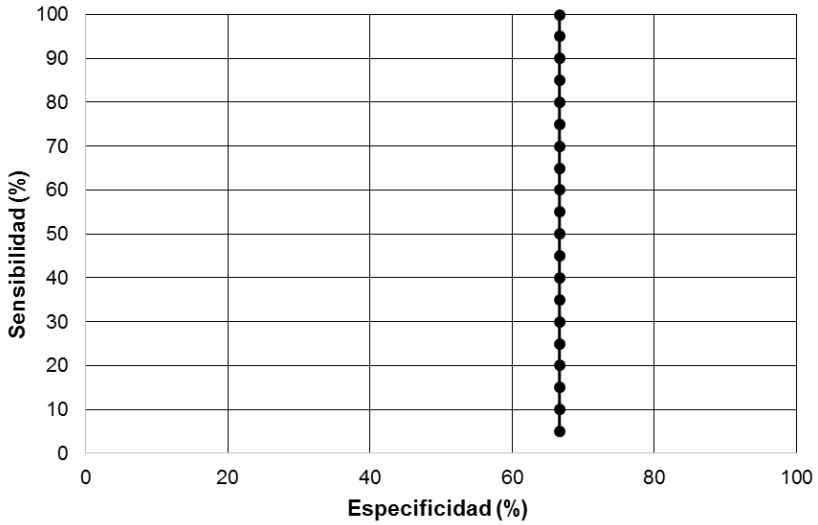


Figura 3. Curva ROC donde se determinó la sensibilidad y especificidad de la proteína p25.

CONCLUSIONES

1. Se logró clonar la secuencia que codifica para la proteína p25 del Virus Artritis Encefalitis Caprina (AEC) en el sistema de expresión *E. coli.*

2. Mediante la técnica de Western blot, se realizó la inmunodetección y confirmación de la expresión de la proteína recombinante p25 utilizando un anticuerpo anti-histidinas y un anti-IgG de ratón conjugado con HRP.

3. La proteína p25 recombinante se purificó mediante el kit comercial de QIAGEN® Ni-NTA Fast start Handbook bajo condiciones desnaturalizantes, donde se obtuvo una concentración de 460 µg/ml en un litro de cultivo.

4. Se obtuvó un 100 % de sensibilidad y un 66.67 % especificidad al utilizar la proteína p25 como antígeno en la técnica de ELISA, al hacerla reaccionar frente a sueros de caprinos.

BIBLIOGRAFÍA

Cantú Covarrubias A., Álvarez Ojeda G. 2015. Situación epidemiológica de algunas enfermedades infecciosas más importantes en explotaciones caprinas de Tamaulipas. Memorias, Toluca, Méx. RNIP, 145-147.

Cruz González Eduardo. 2016. Clonación y expresión de la proteína p25 del Virus Artritis Encefalitis Caprina (VAEC) en el sistema Escherichia coli BL21. Tesis de Químico Farmacéutico Biólogo. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán. 35 pp.

Kwang J. Keen J., Cutlip RC, *et al*. 1995. Serological diagnosis of caprine lentivirus infection by recombinant inmmunoassays. Small Rum. Res16:171-177.

López Pecina Melina. 2015. Detección del Virus artritis encefalitis caprina por medio de PCR en muestras de sangre de caprinos colectadas en el noreste de México y la clonación de la secuencia codificante de la proteína viral p25 en un sistema de expresión procariota. Tesis de Químico Farmacéutico Biólogo. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán. 40 pp.

Martínez, R.H.A.; García, R.L.I.; Arcilla, L.T. y Medina, F.E. 2006. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. Unidad de Investigación Multidisciplinaria en Salud Animal. Edo de México. Celaya, Guanajuato. Grupo Ganadero para la validación y transferencia tecnológica caprina. México.

Petursson G, Georgsson G, Palsson P. 1990. Maedi-visna virus. In: Dinker Z, Morein B, eds. Virus infections of ruminants. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 431-440. (vol dela revista)

Sáenz Contreras Manuel Alberto. 2006. Determinación de la presencia del síndrome de Artritis Encefalitis Caprina en granjas semitecnificadas de los departamentos de Guatemala, Santa Rosa, Sololá y Suchitepéquez. Tesis, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.37 pp.

Sambrook J., Russell D. W. 2001. Molecular Cloning: a laboratory manual. Vol: 3, 3rd ed. Cold spring harbor laboratory press, cold spring harbor, New York.

CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO AMONIACAL Y UREICO DE CABRAS EN PASTOREO SUPLEMENTADAS CON NITRÓGENO NO PROTEICO

J. Santos Serrato Corona, Miguel A. Macías Espino, Edmundo Castellanos Pérez, Arturo Bustamante, Mario A. Flores López e Israel Vázquez Negrete

Facultad de Agricultura y Zootecnia – Universidad Juárez del Estado de Durango
Carretera Gómez Palacio – Tlahualilo, Dgo km 32. Ej. Venecia, Dgo. Mex. sserratoc@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El inventario de ganado caprino lechero en la Comarca Lagunera de acuerdo con la SAGARPA (2015) fue de 383 743 cabezas. La disponibilidad y calidad de forrajes en los agostaderos de las zonas áridas y semiáridas es limitada sobre todo en épocas de invierno lo que provoca una disminución en la producción del ganado causando problemas productivos y reproductivos (NRC, 1981). Las deficiencias nutricionales del ganado obligan a los productores a implementar estrategias de suplementación. Investigaciones con ganado bovino indican que es posible disminuir la frecuencia de la suplementación a 2 o menos veces por semana sin afectar de manera importante el comportamiento productivo (Huston *et al.,* 1999; Bohnert *et al.,* 2002). La suplementación con pollinaza, melaza, rastrojo de maíz, grano de maíz y sales minerales en cabras en producción incrementó la producción de leche sin afectar el peso corporal (Carreón-Luna *et al.,* 2005). La suplementación con proteína verdadera incrementa el comportamiento animal como consecuencia de su alto valor biológico (Tamminga, 1979). Casper *et al.* (1986) indicaron que en vacas alimentadas con dietas conteniendo nitrógeno en forma soluble, pueden producir leche igual que aquellas suplementadas con proteína natural, por lo que se realizó un experimento para evaluar el uso de NNP sobre el balance de nitrógeno en cabras en producción bajo condiciones de pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Tlahualilo de Zaragoza localizado al noreste del estado en las coordenadas 26º 06' 12" de latitud norte y 103º 26' 26" longitud oeste, a una altura de 1095 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual es de 21 °C. La precipitación media anual es de 211 milímetros (INEGI, 2010). Se utilizaron 15 cabras en producción encastadas de Nubia y Alpina con un peso de 36.7±4.6 kg y con similar número de lactancias. Las cabras se pastorearon de las 08:00 a 19:00 h, después del pastoreo se ofreció el suplemento de manera individual a razón de 250 g por cabra por día, además, se les ofreció agua limpia y fresca. El tipo de vegetación predominante y las especies preferidas por el

ganado fueron: *Prosopis spp* (mezquite), *Acacia farnesiana* (huizache) y esquilmos de cosechas. Las cabras se dividieron aleatoriamente en grupos de cinco cabras por tratamiento en un diseño completamente al azar. El nivel de energía (3.3 Mcal ED/kg) y proteína (25%) de los suplementos fue similar pero difirieron en el nivel de NNP; NNPB = suplemento con nivel bajo (0 %) de NNP como urea; NNPM = suplemento con nivel medio (15 %) de NNP como urea; NNPA = suplemento con nivel alto (30 %) de NNP como urea. Se determinó concentración de nitrógeno amoniacal en la última semana del periodo experimental utilizando una sonda esofágica antes de ofrecer el suplemento y posteriormente cada 1.5 h por 6 h (0h, 1.5h, 3.0 h, 4.5h y 6.0h). Se agregaron 0.3 ml de HCl al 50% a cada muestra (10 ml). Las muestras se congelaron (-20 ^{o}C) hasta la realización de los análisis correspondientes. El análisis de las muestras para determinar la concentración de nitrógeno amoniacal fue mediente la metodología de Fenol-Hipoclorito desarrollada por Broderick and Kang, (1980).

La concentración de nitrógeno ureico sanguíneo se determinó en la última semana del experimento, se tomó una muestra antes de ofrecer el suplemento y posteriormente cada hora por 6 horas (0h, 1h, 2h, 3h, 4h, 5h y 6h) de la vena yugular utilizando tubos con vacío con una capacidad de 7 ml, las muestras se centrifugaron a 3,500 x g durante 20 minutos a temperatura ambiente, el suero se congeló a -20 ^{o}C para su posterior análisis. Para determinar la concentración de nitrógeno ureico se utilizó un kit comercial (BioSystems), por medio de espectrometría (Espectrofotómetro DR5000). Los datos de nitrógeno amoniacal, concentración de nitrógeno ureico se analizaron mediante un análisis de varianza en medidas repetidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observó diferencia en la concentración de nitrógeno amoniacal de las cabras en producción suplementadas con diferentes niveles de NNP bajo condiciones de pastoreo (P = 0.37) entre los tratamientos como se observa en la Figura 1. Sin embargo, las cabras de los tratamientos NNPB y NNPA fueron las que registraron la mayor concentración, 12.26 mg/dl y 12.25 mg/dl, respectivamente. Los suplementos propiciaron una producción de amoniaco por arriba del nivel mínimo necesario (50 ml/L) para que los microorganismos del rumen realicen una fermentación eficiente del alimento consumido (Satter y Slyter, 1974). Moore *et al.* (1996) encontró en cabras concentraciones de amoniaco inferiores (6.52 mg/dL[1]) a las encontradas en esta investigación.

La concentración del nitrógeno amoniacal a través del tiempo (horas) se encontró diferencia (P = 0.04) en la hora cuatro y media entre los tratamientos NNPA con 16.26 mg/dl y NNPM con 11.52 mg/dl como se observa en la Figura 2. Las concentraciones encontradas a las cuatro

horas y media después de la suplementación están sobre el nivel necesario para un mejor ambiente ruminal y tener una buena síntesis de proteína en el rumen la cual alcanza un máximo cuando la concentración de amoniaco en el rumen se encuentra entre 5 y 8 mg/100ml (Rearte, 1992). Satter y Slyter (1974) mencionan que valores más altos a los requeridos (5 y 8 mg/100) para un mejor ambiente ruminal pueden ayudar a una mejor fermentación de los alimentos fibrosos. Richards et al. (2006) concluyen que en novillos suplementados con harina de soya alcanzaron una mayor concentración de amoniaco durante las tres y cuatro horas después de haber ofrecido el suplemento. Por su parte Castruita (2014) menciona que después de la suplementación encontró, a las cuatro horas y media, mayor concentración de $N\text{-}NH_3$ a las recomendadas para un adecuado crecimiento microbiano (5 mg/dl) en cabras alimentadas con soca de sorgo.

La concentración promedio del nitrógeno ureico sanguíneo de las cabras en producción suplementadas con diferentes niveles de nitrógeno no proteico bajo condiciones de pastoreo no se encontró diferencia (P = 0.78) entre los tratamientos como se observa en la Figura 3. Los resultados encontrados en los tratamientos NNPB (38.80mg/dl), NNPM (37.83mg/dl) y NNPA (35.94mg/dl) están muy por arriba de los rangos fisiológicos reportados para caprinos (Dukes,1995) quien reporta un rango de 13 a 28 mg/dl. Juárez *et al*. (2005) y Mellado *et al*. (2005) mencionan que las concentraciones más elevadas de este metabolito se presentan cuando las cabras consumen una dieta más elevada en proteína que cuando consumen dietas que son más bajas en nutrientes.

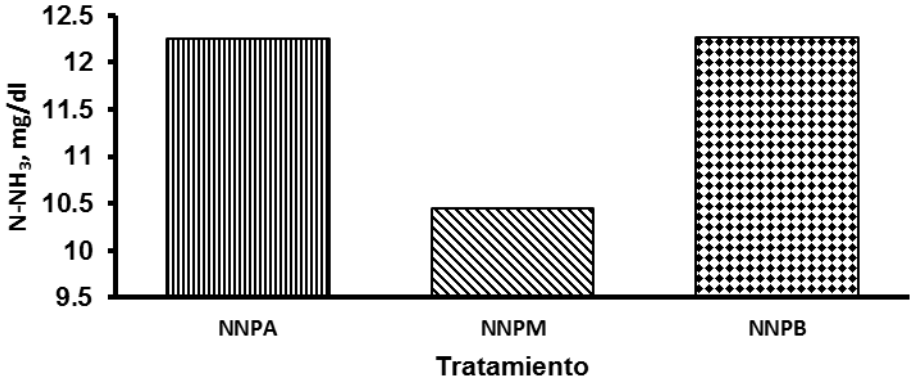


Figura 1. Concentración promedio de nitrógeno amoniacal de cabras en producción suplementadas con diferentes niveles de NNP bajo condiciones de pastoreo.

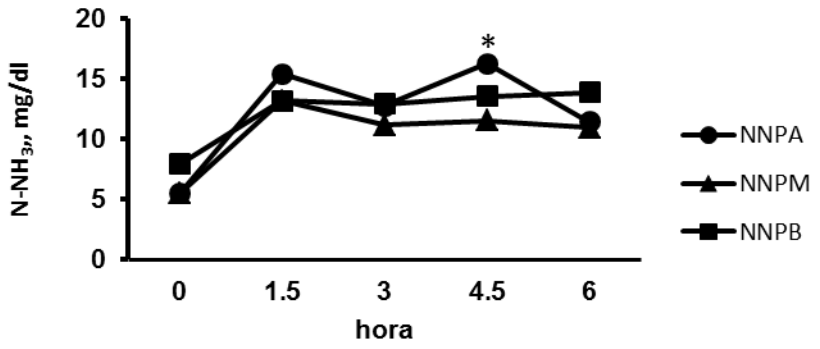


Figura 2. Concentración de nitrógeno amoniacal a través del tiempo de cabras suplementadas con diferentes niveles de NNP bajo condiciones de pastoreo.

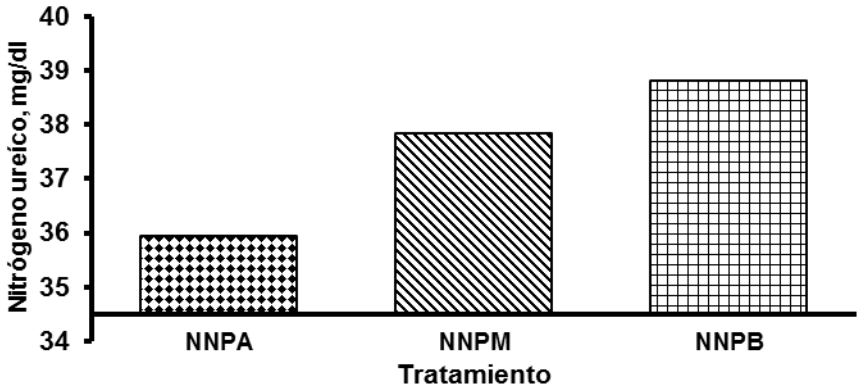


Figura 3. Concentración de nitrógeno ureico de cabras en producción suplementadas con diferentes niveles de nitrógeno no proteico bajo condiciones de pastoreo.

CONCLUSIONES

La suplementación con diferentes niveles de nitrógeno no proteico incrementó la concentración de nitrógeno amoniacal a las cuatro horas y media entre las cabras del tratamiento NNPA y NNPM. La suplementación con diferentes niveles de nitrógeno no proteico satisface los requerimientos nitrogenados para los microbios del rumen en cabras en lactación bajo condiciones de pastoreo.

BIBLIOGRAFÍA

Bohnert, D. W., Shaver, C. S., Baver, M. L., and T. Del Curto. 2002. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on steers consuming low-quality forage. II. Ruminal fermentation characteristics. J. Anim. Sci. 80, 2978-2988.

Broderick, G.A. and J.H. Kang. 1980. Automoted Simultaneour determination of Ammunia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. J. Anim. Sc; 63:64-78.

Carreón-Luna, L., Bárcena G. J. R., González M. S G., Hernández Z. J. S, Martínez R. R., Vargas L. S., Romero B. J. O. y Ríos M. J. 2005. Subproductos agroindustriales (pollinaza) en alimentacion de

cabras lecheras en la mixteca poblana. *XX Reunión Nacional sobre Caprinocultra del 3 al 7 de octubre de 2005*. Culiacán, Sinaloa, México. p. 247-251.

Casper, D.R. and Schingoethe, D.J. 1986. Evaluation of urea and dried whey in diets of cows during early lactation. J. Dairy Sci. 69: 1346-1354.

Castruita, M. V. 2014. Digestibilidad aparente de soca de sorgo forrajero, nitrógeno amoniacal y ureico en cabras suplementadas con subproductos agroindustriales. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agricultura y Zootecnia Universidad Juárez del Estado de Durango. Ej. Venecia. Durango. 42 P.

Dukes, H.H. 1995. The physiology of domestic animals 7th edition. Comstock publishing Associates. Ithaca, New York. P. 49.

Huston, J. E., H. Lippke, T.D.A. Forbes, J.W. Holloway, and R.V. Machen. 1999. Effects of supplemental feeding interval on adult cows in Western Texas. J. Anim. Sci. 77:3057-3067.

INEGI, 2010. Prontuario de informacion geografica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tlahualilo Durango. 22 Abril de 2010.

Juárez-Reyes, A. S., Cerillo, M.A.S., Herrera, C.M. y G. N. Carrasco. 2005. Consumo de energía metabolizable y metabolitos séricos como indicadores del estado nutricional de cabras en pastoreo. In Memorias. XX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Culiacán, Sin., Méx. p. 201.

Mellado, M., Olivares, L., Rodríguez A. y J. Mellado. 2005. Relación entre perfiles sanguíneos y dietas de las cabras en agostadero. In Memorias. XX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Culiacán, Sin., Méx. p. 231.

Moore, P.A., Daniel, T.C., Edwards, D.R. and D.M. Miller. 1996. Evaluation of chemical amendments to reduce ammonia volatilization from poultry litter. Poultry Sci. 75: 315-320.

NRC. 1981 Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy, and meat goats in temperate and tropical countries. National Academic Press. Washington,D.C.

Rearte, D. 1992. Alimentación y calidad de leche. Revista Nuestro Holando. Abril de 1992. 34-45.

Richards, C J., Pugh, R.B. and J. C. Waller. 2006. Influence of soybean hull supplementation on rumen fermentation and digestibility in steers consuming freshly clipped endophyte-infected tall fescue. J. Anim. Sci. 84:678:685.

SAGARPA. 2015. Producción pecuaria en la Región Lagunera, Subdelegación de Ganadería. El siglo de Torreón 1 de enero 2016. P.28.

Satter, L. D. and L. L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein in vitro. Br. J. Nutr. 32:199-208.

Tamminga, S. 1979. Protein degradation in the forestomach of ruminants. J. Anim. Sci. 49:1615-1630.

PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE EN CABRAS EN PASTOREO SUPLEMENTADAS CON DIFERENTES NIVELES DE NITRÓGENO NO PROTEICO

J. Santos Serrato Corona, Miguel A. Macías Espino, Edmundo Castellanos Pérez, Arturo Bustamante, Mario A. Flores López e Israel Vázquez Negrete

Facultad de Agricultura y Zootecnia – Universidad Juárez del Estado de Durango
Carretera Gómez Palacio – Tlahualilo, Dgo km 32. Ej. Venecia, Dgo. Mex. sserratoc@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La población estimada de ganado caprino en la Comarca Lagunera en 2015 fue de aproximadamente 383 743 cabezas de ganado caprino lechero (SAGARPA, 2015). La disponibilidad de forrajes en los agostaderos de las zonas áridas y semiáridas es limitada sobre todo en épocas de invierno e inicio de primavera lo que provoca una disminución en la producción del ganado causando problemas productivos y reproductivos (NRC, 1981). Las deficiencias nutricionales del ganado obligan a los productores a implementar estrategias de suplementación. Investigaciones con ganado bovino indican que es posible disminuir la frecuencia de la suplementación a 2 o menos veces por semana sin afectar de manera importante el comportamiento productivo (Huston *et al.,* 1999; Bohnert *et al.,* 2002). La suplementación con pollinaza, melaza, rastrojo de maíz, grano de maíz y sales minerales en cabras en producción incrementó la producción de leche sin afectar el peso corporal (Carreón-Luna *et al.,* 2005). La suplementación con proteína verdadera incrementa el comportamiento animal como consecuencia de su alto valor biológico (Tamminga, 1979). Casper *et al.* (1986) indicaron que en vacas alimentadas con dietas conteniendo nitrógeno en forma soluble, pueden producir leche igual que aquellas suplementadas con proteína natural, por lo que se realizó un experimento para evaluar el uso de NNP en cabras en producción bajo condiciones de pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Tlahualilo de Zaragoza localizado al noreste del estado en las coordenadas 26º 06' 12" de latitud norte y 103º 26' 26" longitud oeste, a una altura de 1095 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual es de 21 °C. La precipitación media anual es de 211 milímetros (INEGI, 2010). Se utilizaron 15 cabras en producción encastadas de Nubia y Alpina con un peso de 36.7±4.6 kg y con similar número de lactancias. Las cabras se pastorearon de las 08:00 a 19:00 h, después del pastoreo se ofreció el suplemento de manera individual a razón de 250 g por cabra por día, además, se les ofreció

agua limpia y fresca. El tipo de vegetación predominante y las especies preferidas por el ganado fueron: *Prosopis spp* (mezquite), *Acacia farnesiana* (huizache) y esquilmos de cosechas. Las cabras se dividieron aleatoriamente en grupos de cinco cabras por tratamiento en un diseño completamente al azar. El nivel de energía (3.3 Mcal ED/kg) y proteína (25%) de los suplementos fue similar pero difirieron en el nivel de NNP; NNPB = suplemento con nivel bajo (0 %) de NNP como urea; NNPM = suplemento con nivel medio (15 %) de NNP como urea; NNPA = suplemento con nivel alto (30 %) de NNP como urea. Se determinó el cambio de peso, la producción de leche y la composición química de la leche. El cambio de peso se analizó mediante un análisis de varianza de acuerdo con el diseño completamente al azar, mientras que la producción y composición química de la leche se analizaron mediante un análisis de varianza en medidas repetidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cambio de peso de peso fue similar entre tratamientos (P = 0.68). En general se observó una ganancia de peso por día en las cabras de los diferentes tratamientos. Carreón-Luna *et al*. (2005) encontraron resultados similares a los encontrados en este experimento al suplementar cabras en producción de leche con subproductos agroindustriales en época de lluvias. Castruita (2014) también encontró un ligero incremento de peso en cabras alimentadas con soca de sorgo y suplementadas con subproductos agroindustriales.

La producción promedio total de leche no fue diferente (P = 0.98) entre los tratamientos como se observa en la Figura 1. Serrato y Rivas (2004) reportan que no hubo efecto de la suplementación sobre la producción de leche en cabras alimentadas a base de rastrojo de maíz amonificado y suplementadas con diferentes niveles de proteína a base de nitrógeno no proteico. Sin embargo, las cabras que recibieron los tratamientos con un nivel bajo y medio de NNP en el suplemento fueron las que produjeron numéricamente la mayor cantidad de leche, lo que sugiere que las cabras del tratamiento con bajo nivel de NNP recibieron una mayor cantidad de proteína de calidad. Alva (2009) tampoco encontró efecto de la suplementación en la producción de leche en cabras suplementadas con esquilmo de algodón-pollinaza-melaza. La producción de leche puede incrementarse, disminuirse o mantenerse dependiendo de la fuente proteica y al estado nutricional del animal (Petersen et al., 1993). En cuanto a la producción de leche a través de los diferentes ordeños (5) realizados cada 15 días se apreció diferencia (P = 0.04) únicamente en el tercer ordeño entre los tratamientos NNPA y NNPM, sin embargo, no se observó diferencia entre las cabras de los tratamientos NNPA y NNPB (Figura 2). El promedio total del porcentaje de grasa de la leche no se observó diferencia (P = 0.57) entre los

tratamientos (Cuadro 2). La concentración de sólidos no grasos fue diferente (P = 0.04) entre tratamientos, con mayor contenido de SNG en las cabras del tratamiento NNPB que en las que se suplementaron con NNPM y NNPA, La concentración de proteína de la leche fue diferente (P = 0.04) entre tratamientos, observándose una mayor concentración de proteína en la leche en las cabras del tratamiento NNPB que en las cabras suplementadas con NNPM y NNPA. Los componentes de la leche de cabra son sintetizados desde precursores presentes en el plasma sanguíneo, captados por las células de la glándula mamaria, como glucosa, acetato y ácidos grasos no esterifícados dependiendo del status nutricional del animal (Fehr et al., 1982). En cuanto a la proteína láctea las características energéticas y proteicas de la dieta que recibe el animal ejercen una mayor influencia, además de las condiciones genéticas del mismo, siendo tal vez la no degradabilidad de la proteína en el rumen el factor que modifica mayormente el contenido proteico de la leche depende en 60% de la proteína bacteriana producida en el rumen, y 40% de la aportada por los forrajes consumidos (Relling y Mattioli 2002).

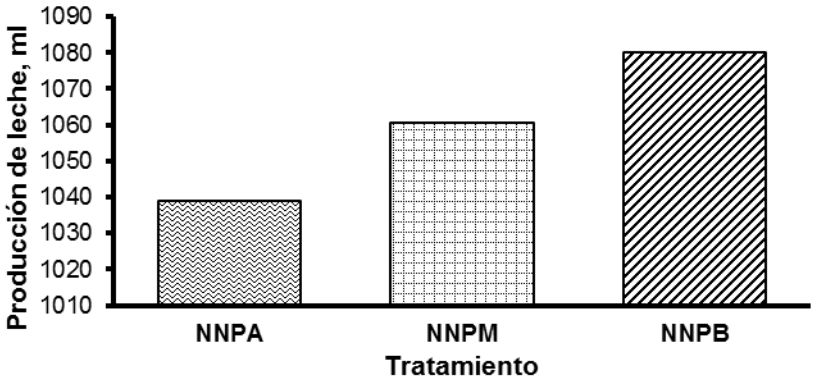


Figura 1. Producción promedio de leche de cabras suplementadas con diferentes niveles de nitrógeno no proteico bajo condiciones de pastoreo.

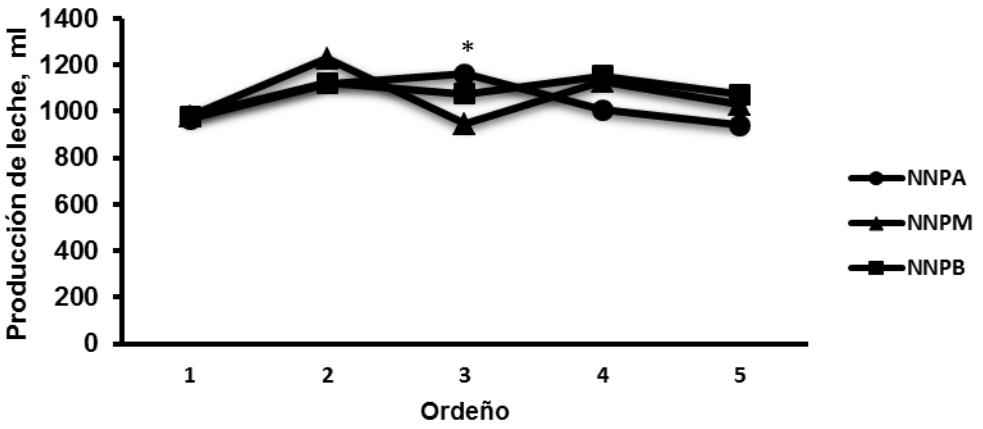


Figura 2. Producción de leche en diferentes ordeños en cabras suplementadas con diferentes niveles de nitrógeno no proteico bajo condiciones de pastoreo.

Cuadro 1. Composición química promedio de la leche de cabras suplementadas con diferentes niveles de nitrógeno no proteico bajo condiciones de pastoreo.

	Componente químico, %			
Tratamiento[1]	Grasa	SNG	Densidad	Proteína
NNPA	4.4	8.2[ab]	27.4	3.1[ab]
NNPM	4.2	8.2[b]	27.2	3.1[b]
NNPB	4.8	8.6[a]	28.4	3.3[a]
P	0.57	0.04	0.22	0.04

[1]NNPB = suplemento con nivel bajo (0 %) de NNP como urea; NNPM = suplemento con nivel medio (15 %) de NNP como urea; NNPA = suplemento con nivel alto (30 %) de NNP como urea.
[ab]Medias con diferente superíndice dentro de columna, difieren a la probabilidad indicada.

CONCLUSIONES

La suplementación con diferentes niveles de nitrógeno no proteico no afecto en la producción de leche de las cabras suplementadas. En cuanto a la composición química de la leche, la suplementación incremento el porcentaje de proteína y solidos no grasos. La suplementación con diferentes niveles de nitrógeno no proteico satisface los requerimientos nitrogenados para el mantenimiento y producción de leche en cabras bajo condiciones de pastoreo.

BIBLIOGRAFÍA

Alva, R. M. A. 2009. Producción de leche y fermentación ruminal en cabras en pastoreo suplementadas con esquilmo de algodón-pollinaza-melaza. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agricultura y Zootecnia Universidad Juárez del Estado de Durango. Ej. Venecia. Durango. 38 P.

Bohnert, D. W., Shaver, C. S., Baver, M. L., and T. Del Curto. 2002. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on steers consuming low-quality forage. II. Ruminal fermentation characteristics. J. Anim. Sci. 80, 2978-2988.

Carreón-Luna, L., Bárcena G. J. R., González M. S G., Hernández Z. J. S, Martínez R. R., Vargas L. S., Romero B. J. O. y Ríos M. J. 2005. Subproductos agroindustriales (pollinaza) en alimentacion de cabras lecheras en la mixteca poblana. *XX Reunión Nacional sobre Caprinocultra del 3 al 7 de octubre de 2005*. Culiacán, Sinaloa, México. p. 247-251.

Casper, D.R. and Schingoethe, D.J. 1986. Evaluation of urea and dried whey in diets of cows during early lactation. J. Dairy Sci. 69: 1346-1354.

Castruita, M. V. 2014. Digestibilidad aparente de soca de sorgo forrajero, nitrógeno amoniacal y ureico en cabras suplementadas con subproductos agroindustriales. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agricultura y Zootecnia Universidad Juárez del Estado de Durango. Ej. Venecia. Durango. 42 P.

Huston, J. E., H. Lippke, T.D.A. Forbes, J.W. Holloway, and R.V. Machen. 1999. Effects of supplemental feeding interval on adult cows in Western Texas. J. Anim. Sci. 77:3057-3067.

INEGI, 2010. Prontuario de informacion geografica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tlahualilo Durango. 22 Abril de 2010.

NRC. 1981 Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy, and meat goats in temperate and tropical countries. National Academic Press. Washington,D.C.

SAGARPA. 2015. Producción pecuaria en la Región Lagunera, Subdelegación de Ganadería. El siglo de Torreón 1 de enero 2016. P.28.

Petersen, M.K., D.V. Dhuyvetter, and M.D. Gambill. 1993. Can protein nutrition improve reproduction in the Young range cow?. In Proceeding Twenty-eigth Annual Pacific Northwest Animal Nutrition Conference. Red Lion, Riverside Boise, Idaho. p. 149-159.

Relling, A.E., y Mattioli, G.A. 2002. Fisiología digestiva y metabolismo de los rumiantes. Fac. Cs. Veterinarias. UNLP. Universidad Nacional La Plata. ED. EDULP. Argentina. p. 34-38.

Serrato, C.J.S., y A.L. Rivas. 2004. Comportamiento de cabras en lactación alimentadas con rastrojo de maíz amonificado y diferentes niveles de proteína. Memoria de la XXXII Reunión Anual de la Asociación mexicana de la producción animal. Monterrey, N.L. México. P 191-194.

Tamminga, S. 1979. Protein degradation in the forestomach of ruminants. J. Anim. Sci. 49:1615-1630.

EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE *Eichhornia crassipes* EN LA PRODUCCIÓN DE METANO RUMINAL *IN VITRO*

Pámanes-Carrasco, Gerardo A.*; Murillo-Ortiz, Manuel; Herrera-Torres, Esperanza; Carrete-Carreón, Francisco Óscar

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Carr. Durango – Mezquital km 11.5. Durango, Dgo. México. C.P. 34307. gerardo.pamanes@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Gases, como el metano y el dióxido de carbono (CO_2), son los principales responsables del efecto invernadero y las variaciones climáticas en el planeta (IPCC, 2007). El metano producido en la ganadería y a las actividades asociadas a la misma, se estima en 30% de las emisiones antropogénicas totales de metano liberado a la atmósfera (Steinfield *y col*, 2006). El metano es un producto final en la fermentación ruminal, y representa una pérdida de energía en el animal estimada del 6 – 10%, misma que puede ser utilizada por el animal para la producción (Johnson y Johnson 1995). Se han propuesto diferentes estrategias para mitigar las emisiones de metano a la atmósfera, entre las que resaltan la manipulación de la dieta y la inhibición de microorganismos metanogénicos (Beauchemin *y col*, 2008; Hristov *y col*, 2013).

Los taninos condensados (TC) y las saponinas son metabolitos secundarios que son sintetizados en la pared celular de diversas partes de las plantas (Leinmuller *y col.,* 1991). Estos metabolitos son comúnmente utilizados como suplementos en la alimentación de rumiantes, por lo que se han buscado diferentes fuentes de producción (Frutos *y col.*, 2002).

El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) es una planta perene, acuática y erecta (Center *y col.,* 2002). Considerada como una planta de origen tropical, se encuentra esparcida por todo el planeta y es considerada como la planta invasiva más problemática del mundo (Parsons y Cuthbertson, 2001), ya que bajo condiciones apropiadas puede llegar a duplicar su número de plantas en pocas semanas. Diversos estudios han demostrado que el lirio es una buena fuente de TC, presentando concentraciones de hasta 27 g/kg MS (Mako *y col.,* 2011). Sin embargo, también se ha detectado presencia de saponinas, lo cual incrementa la posibilidad de presentar efectos en la producción de metano. Por lo tanto, en este trabajo se pretende evaluar el efecto de la inclusión de lirio acuático en la producción de metano ruminal *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio fue desarrollado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, en Durango, México.

El lirio acuático fue adquirido de un río local. Las raíces fueron removidas y las plantas fueron lavadas para después ser secadas en una estufa de aire forzado por convección a 50°C por 48h. Los demás ingredientes de los tratamientos experimentales fueron adquiridos con un proveedor de la zona.

Las dietas experimentales fueron formuladas para cumplir con los requerimientos nutricionales de acuerdo a la AFRC (1995) en una dieta basada en una relación 50:50 entre forraje y concentrado. Se evaluaron 5 tratamientos experimentales. Los tratamientos experimentales fueron evaluados sólo para la sustitución de alfalfa, sin alterar la parte de concentrado. Las sustituciones de alfalfa por lirio acuático fue en un 0% (T1, control), 25% (T2), 50% (T3), 75% (T4) y 100%(T5), de acuerdo a la Tabla 2.

Tabla 1. Composición química de la alfalfa y del lirio acuático (% MS)

Nutrientes	Alfalfa	Lirio acuático	ESD
MO	91.8±0.07 [a]	84.2±0.13 [b]	0.14
EE	4.0±0.36 [a]	1.7±0.01 [b]	0.36
PC	11.7±0.69	10.9±0.13	0.71
FDN	44.9±0.04	49.7±1.44	1.44
Lignina	11.8±1.92	9.8±2.76	3.36
TC (µg/mg)	9.5±0.50 [b]	58.5±7.50 [a]	7.51
Saponinas (g/kg)	0.2±0.01 [b]	1.0±0.05 [a]	0.04

[ab]Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa (Duncan, P<0.05); MS=materia seca; TC=taninos condensados; ESD=error estándar de la diferencia de medias.

Los tratamientos experimentales, así como el lirio acuático y la alfalfa, fueron sujetos de análisis nutricionales (AOAC, 1990), digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO, Goering y Van Soest, 1970), taninos condensados (Heimler *y col.*, 2005) y la concentración de saponinas crudas fue evaluada mediante la técnica propuesta por Anantasook *y col*. (2014).

Aproximadamente 250 mg de cada tratamiento experimental fue pesado e incubado en una mezcla de inóculo ruminal y soluciones tampón en relación 2:1, por duplicado en tubos de vidrio de 50 ml de volumen total y equipados con tapón de goma. Aproximadamente 1 ml del gas

producido fue colectado del espacio de cabeza de cada recipiente y después fue analizado por cromatografía de gases para identificar y cuantificar las concentraciones de metano y CO_2 en un equipo GOW Mac 580 (GOW-MAC Instrument Co, USA) utilizando una columna Hayesep Q (8 x 1/8 in SS packed 80/100 mesh; Valco Instruments Co. Inc., USA). La columna, el detector y el inyector fueron programados a una temperatura constante de 40, 64 y 67°C, respectivamente, usando nitrógeno como gas acarreador.

El análisis estadístico para la composición química y metabolitos, así como para las concentraciones de metano y CO_2, fueron analizados de acuerdo a un diseño completamente (SAS, 2002). Las diferencias entre medias fueron identificadas mediante la prueba de diferencia de mínimos cuadrados (LSD) y la prueba de Duncan, considerándose estadísticamente significativas a $P<0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química, TC y saponinas para la alfalfa y el lirio, son presentados en la Tabla 1. Como se puede observar hay diferencia significativa en los contenidos de TC y saponinas entre el lirio y la alfalfa, presentando éste último menores concentraciones de ambos metabolitos. También se puede observar una menor concentración en el extracto etéreo en el lirio que en la alfalfa. PC y lignina no presentan diferencias significativas. No hay diferencias ($P<0.05$) en los contenidos de FDN del lirio y de la alfalfa, sin embargo hay una tendencia ($P<0.1$) a ser mayor el contenido de FDN en el lirio. La materia orgánica (MO) es menor en el lirio que en la alfalfa, presentando concentraciones de 84.2 y 91.8%, respectivamente.

La composición química de las dietas experimentales, concentraciones de TC y saponinas, así como los ingredientes de las dietas son presentados en la Tabla 2. Como se puede observar no hay diferencias significativas en la fracción de PC, DIVMO y lignina. Se observa una diferencia ($P<0.05$) en EE entre las dietas, así como en la concentración de TC, incrementándose a medida que se sustituye la alfalfa por el lirio acuático en sus diferentes niveles. Los tratamientos experimentales fueron balanceados para ser isoproteicos. Las diferencias en las concentraciones de FDN en T4 y T5 contra los demás tratamientos podría ser atribuido a los carbohidratos estructurales contenidos en el lirio. Los altos contenidos de ceniza en el lirio conllevan a una reducción de MO a medida que se incrementan los niveles de lirio en los tratamientos. La DIVMO no presenta cambios entre tratamientos. Estos resultados sugieren una disponibilidad similar de la MO entre la contenida en la alfalfa y la contenida en el lirio. Los

contenidos de TC y saponinas entre tratamientos se incrementan ($P<0.05$) con la inclusión del lirio.

En la Tabla 3 se presentan las producciones de metano y CO_2 *in vitro* a las 24 y 48h de fermentación. La producción de metano disminuyó linealmente con la inclusión de lirio acuático en sus diferentes niveles a las 24h de fermentación. Patrones similares se encuentran en la producción de metano a las 48h. De la misma manera, la producción de CO_2 disminuye a medida que se incrementa la inclusión de lirio acuático a los tratamientos experimentales.

Hasta ahora, hay pocos estudios acerca de la producción de gas, y especialmente de la producción de metano *in vitro* de tratamientos con la inclusión de lirio. La reducción de metano en los tratamientos T4 y T5 puede ser producto de las altas concentraciones de TC proporcionados por la inclusión de lirio o del contenido de saponinas en el tratamiento. Los TC inhiben la metanogénesis y la fermentación de la MS, presentando efectos en los protozoarios ciliados (Hess *y col.,* 2003). Tavendale *y col.* (2005) propusieron dos mecanismos de acción de los TC en la metanogénesis: a) de manera indirecta mediante la reducción de fibra digestiva, disminuyendo la producción de hidrógeno y, por lo tanto, de metano en la ruta del CO_2, y b) afectando directamente el crecimiento de organismos metanogénicos. La producción de metano mediante la ruta del acetato es demasiado lenta, por lo que reacciones más rápidas es más común que sucedan (Weimer, 1998). Por lo tanto, la ruta del CO_2 es la mayor fuente de producción de metano ruminal. Sin embargo, nuestros resultados ofrecen una percepción diferente. Si la ruta del CO_2 fuera la de mayor importancia en la producción de metano, cuando se presente una reducción en la concentración de metano, se esperaría un incremento en la concentración de CO_2, quien tendería a acumularse a medida que la producción de metano es inhibida. Sin embargo, estos cambios no fueron observados. La mínima concentración de metano a las 24h es observada en T4, aun cuando el CO_2 producido no sufre cambios en comparación con la dieta control (T1). Estos resultados sugieren dos posibles rutas de reducción en la producción de metano: a) una inhibición en el crecimiento y la expresión de microorganismos metanogénicos y, b) la ruta del acetato para la producción de metano fue afectada mediante la afección a los microorganismos involucrados en el proceso. Por otro lado, si se observa una reducción en la concentración de CO_2, al igual que el metano, pudiera ser atribuido al consumo del CO_2 por organismos metanogénicos, evitando la liberación del producto final de la síntesis: el metano. Guo *y col.* (2008) afirman que las saponinas interrumpen el paso final de la metanogénesis mediante la inhibición de la expresión del gen metil-coenzima M reductasa.

Tabla 2. Composición química y DIVMO (% MS) de los tratamientos experimentales

	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	ESD
Nutrientes						
MO	93.0±0.06[a]	93.5±1.16[a]	91.2±0.90[a,b]	88.9±0.59[b]	89.0±0.10[b]	1.12
EE	3.9±0.33[a]	3.5±0.16[a,b]	3.4±0.03[a,b]	3.2±0.04[a,b]	3.1±0.03[b]	0.26
PC	13.8±2.23	14.2±1.98	15.1±1.32	14.7±0.74	14.4±0.25	2.36
FDN	42.8±5.6[a]	51.9±0.18[b]	50.5±2.97[b]	57.9±0.63[b]	58.1±0.60[b]	4.53
Lignina	5.8±0.27	5.6±0.69	5.2±1.32	6.0±0.62	5.7±1.57	1.57
DIVMO	99.1±0.15	99.3±0.04	99.1±0.12	99.2±0.17	98.9±0.18	0.14
TC (µg/mg)	28.5±2.50[a]	53.0±8.00[a]	143.5±17.50[b]	188.5±3.50[b]	426.0±50.0[c]	24.03
Saponinas (g/kg)	0.2±0.07 [b]	0.3±0.02 [b]	0.5±0.03 [b]	0.7±0.05 [a,b]	1.0±0.17 [a]	0.19
Ingredientes						
Heno de alfalfa	50	37.5	25	12.5	0	
Lirio acuático	0	12.5	25	37.5	50	
Maíz rolado	30	30	30	30	30	
Harinolina	19	19	19	19	19	
Mezcla de minerales*	1	1	1	1	1	

[ab]Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa (Duncan, P<0.05); MS=materia seca; TC=taninos condensados; ESD=error estándar de la diferencia de medias.*Contenido de la Mezcla mineral: P (12%), Ca (12%), Na (9%), Mg (1.7%), Zn (0.5%).

No obstante, estas aseveraciones no pueden ser definidas hasta que no se realice el análisis metagenómico específico y estudios de ácidos grasos volátiles que confirmen las rutas metabólicas y los protozoarios presentes en el proceso.

Tabla 3. Producción *in vitro* de metano y CO_2 (ml/g MS) de los tratamientos experimentales

	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	ESD
CH_4 24h	19.5±0.55[a]	18.5±0.10[a,b]	17.8±0.50 [a,b]	15.2±2.50 [b]	14.7±0.35 [b]	1.17
CH_4 48h	23.8±0.65 [a]	23.5±0.35 [a]	22.3±0.70 [a,b]	16.9±3.85[b]	18.1±0.45[a,b]	1.79
CO_2 24h	96.2±2.80 [a]	91.1±0.35[a,b]	87.5±2.25 [a,b]	74.8±12.35[a,b]	72.7±1.75 [b]	5.80
CO_2 48h	117.5±3.30[a]	116.0±1.80[a]	109.8±3.45[ab]	83.3±18.90 [b]	89.3±2.15[a,b]	8.80

[ab]Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa (LSD, P<0.05); MS=materia seca; ESD=error estándar de la diferencia de medias.

CONCLUSIONES

Nuestros resultados indican que con la inclusión de lirio acuático a un nivel de 25% en los tratamientos experimentales dados, permite la reducción de metano y CO2 en la misma proporción que con la inclusión del nivel del 50%. En conclusión, la inclusión de lirio en la dieta de bovinos emerge como una alternativa sostenible para la mitigación de metano ruminal, mediante la utilización de ingredientes no convencionales como fuente de alimentación.

BIBLIOGRAFÍA

AFRC. 1995. Energy and Protein Requirements of Ruminants. Agricultural and Food Research Council Technical Committee, Wallingford, UK

Anantasook, N., M. Wanapat y A. Cherdthong. 2014. Manipulation of ruminal fermentation and methane production by supplementation of rain tree pod meal containing tannins and saponins in growing dairy steers. J Anim Physiol Anim Nutri. 98:50-55

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA

Beauchemin, K.A., M. Kreuzer, F. O'Mara y T.A. McAllister. 2008. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. Aust. J. Exp. Agr. 48: 21-27

Center, T.D., M.P. Hill, H. Cordo y M.H. Julien. 2002. Waterhyacinth. In: Biological Control of Invasive Plants in the Eastern United States. Driesche R.V. ed. 41-64.

Frutos, P., G. Hervas, G. Ramos, F.J. Giraldez y A.R. Mantecon. 2002. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. Anim. Feed Sci. Technol. 95: 215-226

Goering, H.K. y P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricultural Handbook No. 379 ARS-USDA, Washington, USA

Guo, Y.Q., J.X. Liu, Y. Lu, W.Y. Zhu, S.E. Denman y C.S. 2008. McSweeney. Effect of tea saponin on methanogenesis, microbial community structure and expression of mcrA gene, in cultures of rumen microorganisms. Lett. Appl. Microbiol. 47, 421–426.

Heimler, D., P. Vignolini, M.G. Dini y A. Romani. 2005. Rapid test to assess the antioxidant activity of phaseolus vulgaris L. dry beans. J. Agr. Food Chem. 53: 3053-3056

Hess, H.D., L.M. Monsalve, C.E. Lascano, J.E. Carulla, T.E. Diaz y M. Kreuzer. 2003. Supplementation of a tropical grass diet with forage legumes and Sapindus saponaria fruits:

effects on in vitro ruminal nitrogen turnover and methanogenesis. Aust. J. Agr. Res. 54:703-713

Hristov, A.N., J. Oh, J.L. Firkins, J. Dijkstra, E. Kebreab, G. Waghorn, H.P.S. Makkar, A.T. Adesogan, W. Yang, C. Lee y P.J. Gerber. 2013. Mitigation of methane and nitrous dioxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. J. Anim. Sci. 91: 5045-5069

IPCC 2007. Climate change: The physical science basis. Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland

Johnson, K.A. y D.E. Johnson. 1995. Methane emissions from cattle. J. Anim. Sci. 73: 2483–2492

Leinmuller, E., H. Steingass y K.H. Menke. 1991. Tannins in ruminant feedstuffs. In: Animal research and development. Bittner A., ed. 9 – 62

Mako, A.A., O.J. Babayemi y A.O. Akinsoyinu. 2011. An evaluation of nutritive value of water hyacinth (Eichhornia crassipes Mart. Solms – Laubach) harvested from different water sources as animal feed. Livest. Res. Rural Dev. 23: 243-249

Parsons, W.T. y E.G. Cuthbertson. 2001. Noxious Weeds of Autralia, 2nd ed. CSIRO Publishing, Victoria, Australia.

Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales y C. de Haan. 2006. Livestock's Long Shadow: environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy

Tavendale, M.H., L.P. Meagher, D. Pacheco, N. Walker, G.T. Attwood y S. Sivakumaran. 2005. Methane production from in vitro rumen incubations with Lotus pedunculatus and Medicago sativa, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. Anim. Feed Sci. Technol. 123-124:403–419

Weimer, P.J. 1998. Manipulating ruminal fermentation: a microbial ecological perspective. J. Anim. Sci. 76:3114-3122

EFECTO DE UN SUSTRATO GLUCOGÉNICO SOBRE EL PERFIL METABOLICO DE BECERROS ENCORRAL DE ENGORDA

***Malacara SFM[1], Murillo OM[2], Herrera TE[2], Pámanes CG[2], Reyes EO[2]**

[1] Alumna de la Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del estado de Durango. [2] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. *e-mail: mvzfamalacaras@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina productora de carne (109,537 ton de ganado en pie), es una de las actividades productivas más importantes del estado de Durango. Actualmente, la producción de carne en sistemas intensivos demanda una alta exigencia productiva reflejada en mayores ganancias diarias de peso de los animales. Estas exigencias pueden favorecer un desequilibrio entre el ingreso de nutrientes al organismo y la capacidad de metabolizar de mejor manera los componentes alimenticios absorbidos. De esta manera, el análisis de los perfiles metabólicos es una herramienta útil para definir el balance nutricional del ganado puesto que algunos desbalances nutricionales pueden influir en las concentraciones sanguíneas de algunos metabolitos (Van Soest, 2004). Actualmente, la biotecnología aplicada a la nutrición animal, ha generado un sustrato glucogénico que proporciona a los animales precursores de glucosa, que activan y estimulan las vías metabólicas que producen energía y otros metabolitos y cuya función es optimizar la utilización de los ingredientes de la ración, llevando a los animales a expresar su máximo potencial productivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de un sustrato glucogénico sobre el perfil metabólico de becerros en corral de engorda.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el ejido de Praxedis Guerrero (La Loma), situados en el km 12.5 de la carretera Durango-Mezquital, a una altitud de 1890 msnm, ubicada en latitud Norte 24° 10´ 00´´ y 104° 40´00´´ longitud Oeste. La temperatura media es de 31°C y una precipitación promedio de 450 mm³ (INEGI, 2003).El estudio tuvo una duración de 60 días y se utilizaron 16 becerros cruzados de diferentes razas con un peso promedio 260±5 kg. Al inicio de la prueba los animales se vacunaron, vitaminaron y desparasitaron y se alojaron en corraletas provistas con comederos y bebederos individuales. Las dietas experimentales fueron isonitrogenadas e isoenergéticas y se formularon de acuerdo a los requerimientos para bovinos de carne en crecimiento propuestos por la NRC (2000) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición de la dietas y tratamientos experimentales

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Heno de alfalfa (%)	15.0	15.0	15.0	15.0
Heno de avena (%)	15.0	15.0	15.0	15.0
Harinolina (%)	20.0	20.0	20.0	20.0
Maíz rolado (%)	47.0	47.0	47.0	47.0
Mezcla mineral (%)	1.0	1.0	1.0	1.0
Carbonato de calcio (%)	2.0	2.0	2.0	2.0
Rumensin (g)[a]	2	2	2	2
Lipofeed (g/a/d)[b]	0	20	40	60
Composición Nutricional (BS)[c]				
ENm (Mcal/Kg)	1.79	1.79	1.79	1.79
ENg (Mcal/Kg)	1.12	1.12	1.12	1.12
TND (%)	80.0	80.0	80.0	80.0
PC (%)	17.2	17.2	17.2	17.2
EE (%)	3.0	3.0	3.0	3.0
FDN (%)	25.5	25.5	25.5	25.5
Ca (%)	1.18	1.18	1.18	1.18
P (%)	0.45	0.45	0.45	0.45

[a]Monensina adicionada en 2 g a/d/d
[b]Sustrato glucogénico
[c]Valores tabulares generados con el programa NRC (2000)

Tratamientos experimentales

Los tratamientos evaluados consistieron en 4 niveles de un sustrato glucogénico comercial (T1: 0G,T2: 20g, T3: 40g y T4: 60 g a/d) (LIPOFEED®). La cantidad de sustrato glucogénico se mezcló con los ingredientes de las dietas. Las dietas se proporcionaron a los animales en dos horarios 7:00 am y 7pm. El consumo de cada dieta se restringió al 2.8 % del peso vivo los animales.

Toma de muestras y análisis de laboratorio.

Durante el periodo de engorda cada mes se tomó una muestra de sangre (10 mL) mediante veno punción coccígea en tubos al vacío (Vacutainer, Becton-Dickinson, Franklin Lakes, NJ, USA) sin anticoagulante. Las muestras fueron centrifugadas a 3500 rpm por 5 minutos y se congelaron a -20°C hasta su posterior análisis de laboratorio. Las concentraciónes de glucosa, nitrógeno ureico y ácidos grasos no esterificados se determinaron mediante la utilización de reactivos comerciales (RANDOX, Barcelona, España).

Análisis estadístico

Las concentraciones mensuales de glucosa, ácidos grasos no esterificados y nitrógeno ureico se analizaron con un modelo mixto para mediciones repetidas (Snedecor y Cochran, 1989). En el análisis estadístico se utilizó el procedimiento MIXED de SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSION

No se registraron interacciones entre tratamiento y mes en las concentraciones sanguíneas de glucosa, nitrógeno ureico y ácidos grasos no esterificados (P>0.05; Cuadro 2) por lo que únicamente se discuten los efectos principales. No se observaron diferencias entre tratamientos en las concentraciones de glucosa (P>0.05). No obstante, el mes afectó las concentraciones de glucosa sanguínea (P<0.05). Los valores de glucosa encontrados en el presente estudio son superiores a los rangos que son considerados como normales en ganado bovino. Kaneko (1997) reporta como valores normales para bovinos de 45 a 75 mg/dl; mientras que Merck (1991) de 42.1 a 74.5 mg/dl. Sin embargo, Yang et al. (2010) encontraron concentracionesde glucosa superiores en bovinos en corral de engorda (125 mg/dL) a las obtenidas en el presente estudio.

Cuadro 2Efecto de tratamiento y mes sobre las concentraciones sanguíneas de glucosa, nitrógeno ureico y ácidos grasos no esterificados en becerros en corral de engorda.

	Tratamientos				Mes		EED
	T1	T2	T3	T4	1	2	
Glucosa (mg/dl)	82.5[a]	82.1[a]	78.1[a]	75.5[a]	85.3[b]	74.8[a]	9.2
Nitrógeno Ureico (mg/dl)	44.3[a]	44.9[a]	47.7[a]	49.8[a]	31.0[b]	62.4[a]	7.1
AGNESmM/l	0.31[a]	0.37[a]	0.59[a]	0.36[a]	0.29[b]	0.53[a]	0.33

[ab]Medias con distinta literal en hileras indican diferencias (P<0.05).
EED= Error estándar de la diferencia entre medias.

La remoción de glucosa en la circulación es controlada por la tasa de utilización de los tejidos, ya sea como fuentes de energía o para conservación de productos (glucógeno principalmente) (Kaneco, 1997). Los rangos de las concentraciones normales de glucosa en suero sanguíneo son amplios y difieren según la fuente alimenticia (Van Soest, 1994). No se observaron diferencias entre tratamientos en las concentraciones de nitrógeno ureico (P>0.05). Sin embargo, se registraron diferencias entre meses en las concentraciones de nitrógeno ureico (P<0.05). En rumiantes la proteína y también el NNP son las mayores fuentes de amonio para la síntesis de urea. El grado de formación de urea depende del nivel de catabolismo de las proteínas más que de la diminución de la excreción de urea. Kaneko (1997) reporta valores sanguíneos normales de nitrógeno ureico en bovinos de 20 a 30 mg/dl mientras que Merck (1991) reporta valores de 7.8 a 24.36 mg/dl. Los valores de nitrógeno ureico encontrados en el presente estudio son superiores a los reportados por Yang et al (2012) en bovinos en corral de engorda. Las diferencias observadas en ambas estudios, podrían explicarse a partir de la proteína y las fuentes de NNP utilizadas en las dietas.No se observaron diferencias entre tratamientos y meses en las concentraciones de ácidos grasos no esterificados (P>0.05). No obstante, las concentraciones de AGNES registradas en este estudio coinciden con las

reportadas por Fathi et al (2013) en becerros en corral de engorda alimentados con dietas de finalización a base de granos de cebada y maíz. La movilización de reservas corporales es un mecanismo que permite la exportación de sustratos lipídicos energéticos desde el tejido adiposo a la circulación sanguínea y no existe un valor exacto que permita definir si los animales se encuentran en balance energético positivo o negativo. De acuerdo con Russel y Wright (1983) una concentración de 0.450 mM de AGNES/l puede considerarse como un indicativo de un balance energético negativo para mantenimiento en bovinos para carne.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir que la adición del sustrato glucogénico a la dieta de becerros en corral de engorda aumento las concentraciones sanguíneas particularmente de nitrógeno ureico y disminuyó las de glucosa mientras que las de AGNES se mantuvieron en cierta medida constantes.

BIBLIOGRAFÍA

Fathi Nasri MH, Danesh Mesgaran M, Kebreab E and France J. 2013. Past peak lactional performance of Iranian Holstein cows fed raw or roasted whole soybeans. Can. J. Anim. Sci. 87: 441-447.

INEGI. 2003. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática Cuaderno Estadístico Municipal Durango. Estado de Durango

Merck Co., Inc 1991.The Merck Veterinary Manual.Seventh ed. Fraser, C. M. Rahway, N. J. USA.P 969.

NRC. 2000. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C.

Snedecor GW and WG Cochran. 1989. Statistical Methods. 8th Edition.Iowa State University Press.

Yang WZ, BN Ametaj, C Benchaar, ML He and KA Beauchemin. 2010. Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance,carcass characteristics, and blood metabolites. J. Anim. Sci. 88:1082-1092.

Yang WZ, Y LLi, TA McAllister, JJ McKinnon and KA Beauchemin. 2012. Wheat distillers grains in feedlot cattle diets: Feeding behavior growth performance, carcass characteristics and blood metabolites. J. Anim. Sci. 90:1301-1310.

Russel AJF and IA Wright. 1983. The use blood metabolites in the determination of energy status in beef cows. Anim. Prod. 37:335-343.

Kaneko JJ. 1997. Clinical Biochemistry of Domestic Animals.Fifth ed. San Diego California.Academic Press.P 901.

Van Soest RJ. 2004.Metabolic profiling to evaluate transition cow nutrition and health status. Proceeding 23 ed World Buitricd Congress. 11-16 Quebec Canada.

Van Soest P.1994. Nutritional ecology of the ruminant. Second Edition. Cornell University Press, Ithaca, New York.

SAS. 2003. SAS, Users Guide Statistics. Ver, 9.0. SAS Institute Cary, NC.

CONTENIDO DE NITROGENO AMONIACAL Y CONCENTRACIÓN DE pH EN BECERROS SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE UN PRECURSOR GLUCOGÉNICO

Jay Dennise Carrillo Herrera[1], Manuel Murillo Ortiz, Esperanza Herrera Torres,* Gerardo Pámanes

[1]Alumna de la Maestría Institucional de Ciencias Agopecuarias y Forestales. [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera al mezquital km 11.5 Durango, Dgo. Autor responsable: hetoes99@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El empleo de aditivos alimenticios en el ganado de engorda es una actividad que se realiza con el objetivo de incrementar la eficiencia en la producción y el desempeño del animal. Entre los principales aditivos alimenticios que se utilizan en dietas para ganado bovino en engorda intensiva se encuentran: cultivos de levaduras, enzimas fibrolíticas y los ionóforos (Murillo *et al*., 2001). Los precursores glucogénicos influyen en la dinámica de la fermentación, debido a los cambios en los metabolitos intermediarios requeridos en el metabolismo oxidativo, los cuales afectan el empleo de la energía (Mulliniks et al., 2011). El uso de precursores glucogénicos es una de las alternativas para controlar la fermentación ruminal en las dietas de rumiantes, los cuales contribuyen a la suplementación de niveles de energía más cercanos a los requeridos por los animales de alta producción, e incluso mejorar la utilización de la energía digestible (Hess *et al*., 2008). Además, el uso de propinobacterium en dietas altas en grano incrementó la concentración de amoniaco ruminal (Ghorbani *et al*., 2002), y disminuyó en borregos suplementados con propionato de sodio (Madoka *et al*., 1994). Actualmente se ha introducido en dietas para ganado de engorda un sustrato glucogénico elaborado con 1,2 propanodiol y propionato de calcio el cual podría mejorar la relación acetato:propionato, así como incrementar la concentración de ácidos grasos totales a nivel ruminal. Sin embargo, no existe información acerca del efecto de este aditivo en dichas variables. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la suplementación con un precursor glucogénico en la concentración de amoníaco ruminal y el pH en novillos en engorda.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La prueba metabólica y los análisis de laboratorio se realizaron en las Instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango ubicada en el km 11.5 de la carretera Durango-Mezquital a 23 º 51’ N y 104 º 15’ O a 1730

msnm. Con una temperatura y precipitación media anual de 17.5 ºC y 450 mm respectivamente (INEGI, 2004).

Las dietas se proporcionaron a las 0800 h y 1500 h y se formularon para cubrir los requerimientos de proteína y energía de bovinos (NRC, 2000). Las dietas y los rechazos se pesaron diariamente. El consumo del alimento se restringió al 2.2 % del PV de los animales.

Cuadro 1.Composición de la dietas y tratamientos experimentales

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Heno de alfalfa (%)	15.0	15.0	15.0	15.0
Heno de avena (%)	15.0	15.0	15.0	15.0
Harinolina (%)	20.0	20.0	20.0	20.0
Maíz rolado (%)	47.0	47.0	47.0	47.0
Mezcla mineral (%)	1.0	1.0	1.0	1.0
Carbonato de calcio (%)	2.0	2.0	2.0	2.0
Monensina (g)[a]	2	2	2	2
Sustrato Gluconeogénico (g/a/d)	0	20	40	60
Composición Nutricional (BS)				
ENm (Mcal/Kg)	1.79	1.79	1.79	1.79
ENg (Mcal/Kg)	1.12	1.12	1.12	1.12
TND (%)	80.0	80.0	80.0	80.0
PC (%)	13.5	13.5	13.5	13.5
EE (%)	4.0	3.0	2.6	2.0
FDN (%)	51.5	47	41.9	33.9
Ca (%)	1.18	1.18	1.18	1.18
P (%)	0.45	0.45	0.45	0.45

Diseño experimental, obtención y manejo de las muestras

El experimento duró 44 d, divido en cuatro períodos de 11 d, Los primeros 10 d de adaptación a la dieta experimental. Los días 11, 21, 31 y 41 recolectaron 100 ml de líquido ruminal de cada novillo. El líquido ruminal se filtró y se tomaron submuestras de10ml a los cuales se le midió el pH con un potenciómetro Hanna Instruments (HI 98129), posteriormente fueron acidificados con 0.3 ml de H_2SO_4 para su conservación y congelados a -4ºC para su posterior análisis. La

concentración de N-NH_3 se determinó de acuerdo a los procedimientos propuestos por Galyean (1997) por colorimetría con un espectrofotómetro Thermo Scientific (Genesys 10S VIS).

Análisis estadístico

Las concentraciones de N-NH_3 y pH se analizaron con un cuadrado latino con un arreglo factorial 4 x 4. Los factores evaluados fueron los niveles del sustrato glucogénico (tratamiento) y los tiempos de muestreo. El modelo incluyó los efectos de tratamiento, tiempos de muestreo y la interacción entre ambos. Como efecto aleatorio se consideró el animal anidado dentro del tratamiento. En el análisis de los datos se utilizó el procedimiento MIXED de SAS (2003). Para separar las medias mínimas cuadráticas se utilizó la opción PDIFF.

RESULTADOS Y DISCUSION

La interacción tratamiento por tiempo fue significativa para el N-NH_3 ruminal (Cuadro 2, $P<0.05$). Las mayores concentraciones se presentaron a las 0 y 12 h, con un aumento de 26.11% y 84.33% en T2 y T3 con respecto a T1, respectivamente. Este incremento se puede atribuir al precursor glucogénico porque posiblemente podría haber un mayor reciclaje de urea, proveniente de la desaminación de los aminoácidos absorbidos (Preston *et al*, 1987; Sutan *et al,* 1992). Kennedy *et al.* (1980) correlaciona éstos aminoácidos con la concentración de urea en el plasma y esta a su vez, con un intercambio mayor de N-NH_3 hacia el rumen. También mencionan que el aumento en las concentraciones de N-NH_3, se relacionan con la actividad proteolítica de las bacterias ruminales tales como Prevotella ruminicola (Schelling, 1984). De tal manera que, en este estudio las concentraciones de N-NH_3 registradas a las 0 y 12 h presentaron niveles adecuados (> 5 mg/dl) para garantizar la síntesis de proteína microbiana. Además, se observó una disminución en las concentraciones de N-NH_3 a las 4 y 8 h de muestreo. De igual manera, Khorrami *et al*. (2015) registraron una disminución en la concentración de N-NH3 en novillos (16.4 mg/dl) al incluir monensina en la dieta y Ghorbani *et al*. (2002) quienes suplementaron con un precursor glucogénico. Por el contrario, Lehloennya *et al*. (2008) reportaron 4.8 mg/dl de N-NH_3 a las 8 h de muestreo en novillos suplementados con la propioniobacteria P169. También la baja concentración de N-NH_3 obtenida a las 4 y 8 h después de la alimentación podría deberse al alto contenido de maíz rolado en la dieta, ya que el hojueleado del maíz puede causar una disminución en la solubilidad del nitrógeno y la degradabilidad de la proteína (Zinn, 1987).

No hubo efecto en la interacción tratamiento por tiempo de muestreo en los valores de pH ($P>0.05$, Cuadro 4). Además, en este estudio el pH no fue afectado por el nivel del sustrato glucogénico, lo cual se podría explicar por el tipo de bacterias que se propagan y por la

velocidad de absorción de los ácidos grasos volátiles. Sin embargo, el pH disminuyó después de la alimentación, debido a que los carbohidratos presentes en la dieta son altamente fermentables. Esto coincide por lo reportado por diferentes autores quienes

Cuadro 4. Medias mínimas cuadráticas de las concentraciones de nitrógeno amoniacal y pH en novillos suplementados con un precursor glucogénico.

Tiempo; h	T1	T2	T3	T4	Media	EE	P<
			$N\text{-}NH_3$; mg/dl				
0	10.76[b]	13.57[a]	7.42[b]	11.51[b]	5.55	21.5	<0.05
4	2.19[a]	2.04[a]	3.14[a]	2.42[a]	6.43	21.5	>0.05
8	3.74[a]	2.59[a]	2.75[a]	4.95[a]	5.86	21.5	>0.05
12	5.49[b]	7.52[b]	10.12[a]	9.56[b]	7.11	21.5	<0.05
			pH				
0	7.49	7.38	7.22	7.50	7.22	0.04	>0.05
4	7.10	6.88	6.79	6.93	7.09	0.04	>0.05
8	7.02	7.00	6.92	7.01	7.01	0.04	>0.05
12	7.27	7.12	7.10	7.25	7.17	0.04	>0.05

[ab] Medias con literal diferente en las hileras no son iguales.

comentan que el suministro de altos niveles de grano tiende a disminuir el pH después de 4 y 8 h post alimentación.

CONCLUSIONES

La suplementación con 40 g del precursor glucogénico incrementó la concentración de N-NH3 a las 12 h post alimentación, lo cual indica que posiblemente se promovió la proteólisis, y además se obtuvieron concentraciones adecuadas que garantizan la síntesis de proteína microbiana. Por lo que se puede concluir que, la adición del precursor glucogénico mejora las características de fermentación a nivel ruminal

BIBLIOGRAFÍA

Galyean M. 1997. Techniques and Procedures in Animal Nutrition Research. Texas Tech University

Ghorbani G.R., Morgavi D.P., Beauchemin K.A. and Leedle J.A.Z. 2002. Effects of bacterial direct-fed microbials on ruminal fermentation, blood variables, and the microbial populations of feedlot cattle. J. anim. Sci. 80:1977-1986

Hess B.W., Moss G.E., Hule D.C. 2008. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. J. Anim. Sci. 86:188–204.

INEGI. 2004. Cuaderno Estadístico Municipal, Durango. Estado de Durango. México

Kennedy P.M. and Milligan L.P. 1980. The degradation and utilization of endogenous urea in the gastrointestinal tract of ruminants. Canadian J. Anim. Sci., 60:205-114.

Khorrami B., Vakili A.R., Danesh M., Klevenhusen F. 2015. Thyme and cinnamon essential oils: Potential alternatives for monensin as a rumen modifier in beef production systems. Anim. Feed Sci. and Technol. 200:8-16

Lehloenya K. V., Krehbiel C.R., Mertz K.J., Rehberger T.J., and Spicer L.J. 2008. Effects of propionibacteria and yeast culture fed to steers on nutrient intake and site and extent of digestion.J. Dairy Sci. 91:653–662.

Madoka S., Yoshiaki O.B. and Susumu M. 1994. Effects on Nitrogen Kinetics in Sheep of the Supplementation of Sodium Propionate and Sodium Acetate to the Diet. Anim. Sci. Technol. 65:7:593-601

Mulliniks J. T., Cox S. H., Kemp, M. E., Endecott, R. L., Waterman, R. CVanLeeuwen, ., D. M., Torell, L. A. and Petersen M. K. 2011. Protein and glucogenic precursor supplementation: A nutritional strategy to increase reproductive and economic output. J. Anim. Sci. 89:3334–3343

Murillo O.M., Cervantes J., Castro H.L., Sánchez F., Vázquez M.S y Zinn R. 2001. Efecto de Fibrozyme sobre la digestión ruminal y flujo post ruminal de la fracción fibra en dietas de bovinos de carne. En: Biotecnología en la Industria de la Alimentación Animal. Alltech (ed) V VIII. p 49.

NRC. 2000. Nutrient Requeriments of Beef Cattle. Seventh Revised Editition, 1996. National Academy Press. Washington, D.C.

Preston T. R. and Leng R.A. 1987. Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in the Tropics and Sub-Tropics. Penambul Books, Armidale, Australia.

SAS. 2003. SAS User´s Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.

Schelling G.T. 1984. Monensin mode of action in the rumen. J. Anim. Sci. 58: 1518-1527. 1984.

Sultan J. I. and Loerch S.C. 1992. Effects of protein and energy supplementation of wheat straw-based diet on site of nutrient digestion and nitrogen metabolism of lambs. J. Anim. Sci., 70:2228-2234.

Zinn R. A. 1987. Influence of lasalacid and monensin plus tylosyn on comparative feeding value of stem flaked versus dry rolled corn in diets for feedlots cattle. J. Anim. Sci. 65:256-267

EFECTO DEL EMPADRE UTILIZANDO MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON TESTOSTERONA CON CONDICIÓN CORPORAL NORMAL Y BAJA,

Machado-Ramos MG[1*], López-Jara AG[1], Benítez-Rivas JJ[1], Vélez-Monroy LI[2], De Santiago-Miramontes, M A[1]

[1]Postgrado de Producción Agropecuaria, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Matamoros, Coahuila, México. e-mail angelesdesantiago867@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La productividad de los pequeños rumiantes es afectada a causa de su estacionalidad reproductiva (Estrada-Cortés, *et al*., 2009; Zarazaga, *et al*., 2009), esto representa una significativa limitante debido a las fluctuaciones de los ingresos económicos en los sistemas de producción (Notter, 2012). Es por ello que se han desarrollado diversos métodos que permitan la reproducción a contra estación. Aplicar protocolos sencillos y de bajo costo para inducir y/o sincronizar la actividad reproductiva en de las cabras es de importancia fundamental para asegurar las ganancias económicas de los productores durante todo el año, en particular para los pequeños productores que regularmente están bajo condiciones marginales. El efecto macho es un método socio-sexual en el que los individuos intercambian información sensorial: táctil, auditiva, visual y feromonal, que actúan como moduladores químicos de gran importancia y que provocan cambios fisiológicos (Walkden-Brown, *et al*., 1994; Gelez y Fabre-Nys 2004) con capacidad de inducir y sincronizar estro y ovulación en cabras estacionalmente anovulatorias. Ésta técnica requiere una mínima mano de obra e inversión económica, permitiendo también la sincronización de los partos, lo cual la convierte en una alternativa viable para los caprinocultores. (Luna-Orozco, *et al.,* 2012; Martin, *et al.,* 2004). Para que este método sea eficaz debe aplicarse durante la época de transición o de anestro “superficial” y los machos necesariamente deben estar sexualmente activos (Luna-Orozco, *et al.,* 2012) para inducir a los machos a la actividad reproductiva en época de reposo sexual, es eficaz la aplicación de 25 mg de testosterona vía intramuscular cada tercer día durante tres semanas (Ángel-García, *et al.,* 2015). Otro método para que los machos estén sexualmente activos a contra-estación es a través de tratamiento de fotoperiodo artificial con días largos, en el que son expuestos a 16 h luz /8 h de obscuridad, sin embargo ésta técnica demanda instalaciones especiales, confinamiento y manejo para los machos durante 2.5 meses antes a la fecha programada para empadre, resultando inaccesible para productores en condiciones marginales. La actividad reproductiva de los animales domésticos puede ser influenciada por varios factores como son: la raza, la localización, el fotoperiodo, el balance energético (nivel nutricional), relaciones socio-

sexuales, entre otras (Carrillo, *et al.,* 2010; Blache, *et al* , 2008; Flores-Nájera, *et al*., 2010), entre estos factores destaca la nutrición, ya que influye en la función reproductiva en rumiantes domésticos (Gallego-Calvo, *et al*., 2015) mediante el suministro de nutrientes específicos necesarios para los procesos de desarrollo (Robinson, *et al.,* 2006), síntesis de hormonas (secretadas por hipotálamo , hipófisis , epífisis, y gónadas; Polat, *et al*., 2011). Se ha reportado que una complementación alimenticia a hembras en anestro, 7 días previos a la introducción de macho en el norte árido de México, incrementó la tasa ovulatoria de dichas hembras (De Santiago-Miramontes, *et al.,* 2008). Otros estudios han señalado que la subalimentación en machos provoca un retraso en el inicio de la actividad sexual, registrando un tardío incremento del peso testicular, de la secreción de testosterona y del olor sexual (ferormonas) en comparación con machos bien alimentados (Walkden-Brown, *et al*., 1994). Dado que la administración de testosterona exógena es un tratamiento efectivo para la activación sexual de los machos a contra-estación (Luna-Orozco, *et al.,* 2012, Ángel-García, *et al.,* 2015). El objetivo del presente estudio fue registrar la respuesta reproductiva de las hembras multirraciales locales empadradas con machos jóvenes tratados con testosterona exógena y con condición corporal normal y baja.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en la Comarca Lagunera ubicada en el norte árido de México (26 ° 23' N y longitud 104 ° 47 'O, 1200 msnm), con precipitación anual de 230 mm. La temperatura máxima es de 41 ° C durante mayo y junio, y la más baja (-3 ° C) en diciembre y enero. La humedad relativa varía entre 26,1 y 60,6 %, con un rango en el fotoperiodo de 13 h 41 min durante el solsticio de verano (21 de junio) a 10 h 19 min durante el solsticio de invierno (21 de diciembre)**.** Se Utilizaron 116 cabras locales multíparas anovulatorias de la raza local, homogéneas en condición corporal (CC; 2.0; rango: 1-4; 1=emaciado, 4=obeso). La evaluación de la condición corporal fue realizada siempre por el mismo técnico por palpación del grosor de tejido muscular y graso en la región lumbar del animal. Se formaron 4 grupos, separados por una distancia mayor a 100 metros. Los animales se mantuvieron en sistema extensivo con pastoreo diurno en la flora nativa de la región (10:00-19:00 h) con confinamiento nocturno, agua limpia y sales minerales a libre acceso. Las hembras fueron aisladas de los machos dos meses antes del inicio del experimento. Los días -30, -20 y -10 todas las hembras fueron sometidas a revisión de actividad ovulatoria mediante ecografía transrectal (Aloka SSD-500).Todas las cabras fueron diagnosticadas anovulatorias. El 17 de marzo de 2015 se formaron 4 grupos de hembras multíparas anovulatorias semejantes en condición corporal (CC 2.0) la nomenclatura

se designó conforme al tratamiento que recibieron los machos a los que se les expuso a empadre: NT (CC normal + testosterona; n=31), BT (CC baja + testosterona; n=27), NC (CC normal; sin testosterona; n=30); y BC (CC baja; sin testosterona; n=28). El tratamiento hormonal de 8 los machos utilizados (cuatro con CC de 2.5 y cuatro con CC de 1.7) se realizó mediante la aplicación de 25 mg testosterona vía im (Testosterone 50, Lab. Brovel, DF, México) a 4 machos o solución salina fisiológica a los 4 machos restantes, cada tercer día durante 3 semanas previas al empadre. A cada hembra se le aplicaron 10 mg de progesterona intravulvar (Véliz, *et al*., 2014) 24 h antes de la introducción de los machos. Variables evaluadas: Actividad estral: de 07:00 a 08:00 h y de 18:00 a 19:00 h se intercambiaron los machos entre los 2 corrales de hembras sometidas a machos tratados con testosterona, de igual manera entre los grupos de hembras sometidas a machos sin tratamiento hormonal. La movilización de los machos se realizó con el fin de que detectaran a las hembras en estro, considerándolas así, si permanecían inmóviles a la monta. Latencia al estro: se registraron las horas desde la introducción de los machos hasta la aceptación de la monta. Actividad ovárica: se registró también la proporción de cabras que ovularon en cada grupo. Se realizó ultrasonografía transrectal (Aloka SSD-500) 10 días después de la introducción de los machos. Hembras gestantes: Igual que para la actividad ovárica, se realizó ultrasonografía a los 45 días después de la última monta registrada.

La comparación de proporciones diaria y acumulada de cabras que presentaron estro, ovularon y gestaciones se realizó utilizando prueba de X^2, para la diferencia estadística del tiempo a la inducción del celo se utilizó una T-Student ambas pruebas con el programa MYSTAT 12 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La diferencia en el tiempo entre la inducción de los machos y el inicio de la actividad estral entre los grupos de hembras sometidos a machos tratados y no tratados con testosterona fue altamente significativa ($P< 0.0001$) ya que en los grupos de hembras expuestos a machos sin tratamiento con testosterona no se registró ninguna hembra en celo ni con ovulación. Sin embargo, no hubo la diferencia estadística ($P>0.05$) en los grupos grupo NT y BT (95.64 h vs 112.11h; Tabla1).

En los machos cabríos, las concentraciones periféricas de testosterona tienen relación con los cambios en la duración de horas luz, por lo que se les ha categorizado entre las especies de reproducción estacional. Ésta hormona tiene influencia en la espermatogénesis (Todini, *et al*., 2007) y sus niveles influyen en la conducta sexual de los machos. Ha sido demostrado que si

los machos despliegan conductas sexuales inducen la respuesta estral y ovulatoria de hembras anéstricas (Carrillo, *et al.,* 2010, Luna-Orozco 2012). Esto puede explicar la diferencia altamente significativa ($P < 0.001$) en la actividad estral y ovulatoria entre los grupos de hembras expuestos a los machos tratados con testosterona (NT y BT) y los no tratados NC y BC). Por el contrario en los grupos expuestos a machos tratados con testosterona (NT y BT), no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) en los parámetros registrados. Sin embargo, fue registrada diferencia estadística ($P < 0.05$) en el número de hembras que presentaron estro los primeros 3 días del empadre. Las hembras expuestas a machos con condición corporal de 2.5 (NT; 22/31; 71%) comparado con las expuestas a machos con CC de 1.7 (BT; 12/27; 44%). El adelanto del estro en éstas hembras podría deberse al mayor despliegue de conductas sexuales de los machos con mayor condición corporal (López-Jara, *et al.,* 2015).

Tabla1.- Comportamiento sexual y reproductivo de hembras multíparas anovulatorias multirraciales (mezcla de razas) expuestas a machos tratados con testosterona con diferente condición corporal.

Variables	Grupos			
	NT	**BT**	**NC**	**BC**
Hembras en estro n (%)	30/31 (96.77)[a]	24/27 (88.8) [a]	0/30(0)[b]	0/28(0)[b]
Hembras en estro del día 1-3 de empadre n (%)	22/31 (70.9) [a]	12/27 (44.4) [b]	0 [b]	0 [b]
Hembras en estro del día 4 al 6 de empadre n (%)	8/31 (25.81)[a]	12/27 (44.4) [a]	0 [b]	0 [b]
Hembras que presentaron ovulación n (0-6 d)	29/31 (93.54)[a]	22/27 (81.48)[a]	0/30(0)[b]	0/28(0)[b]
Latencia al estro (h)	81.6 ± 4.8[a]	93.5 ± 4.6 [a]	-	-
Duración de estro (h)	23.6 ± 2.2 [a]	25.0 ± 3.0[a]	-	-
Hembras Gestantes al día 48 n (%)	21 (67.7)[a]	16 (59.2)[a]	-	-

Literales diferentes entre filas indican diferencia significativa ($p<0.05$)

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que en el norte de México, la respuesta reproductiva de las hembras multirraciales multíparas anovulatorias al efecto macho con animales jóvenes es eficiente si estos han recibido con la aplicación de testosterona exógena incluso estando subalimentados (CC=1.7).

BIBLIOGRAFÍA

Ángel-García, O., Meza-Herrera, C. A., Guillen-Muñoz, J. M., Carrillo-Castellanos, E., Luna-Orozco, J. R., Mellado, M., Véliz-Deras, F. G., 2015. Seminal characteristics, libido and serum testosterone concentrations in mixed-breed goat bucks receiving testosterone during the non-breeding period.Journal of Applied Animal Research, 43(4), 457-461.

Blache, D., Maloney, S. K., Revell, D. K., 2008. Use and limitations of alternative feed resources to sustain and improve reproductive performance in sheep and goats. Animal Feed Science and Technology, 147(1), 140-157.

Carrillo, E., Meza-Herrera, C. A., Véliz, F. G., 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtrópico mexicano. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 1(2), 169-178.

De Santiago-Miramontes, M. A., Rivas-Muñoz, R., Muñoz-Gutiérrez, M., Malpaux, B., Scaramuzzi, R. J., Delgadillo, J. A., 2008. The ovulation rate in anoestrous female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. Animal Reproduction Science, 105(3), 409-416.

Estrada-Cortés, E., Vera-Avila, H. R., Urrutia-Morales, J., Villagómez-Amezcua, E., Jiménez-Severiano, H., Mejía-Guadarrama, C. A., Gámez-Vázquez, H. G., 2009. Nutritional status influences reproductive seasonality in Creole goats: 1. Ovarian activity during seasonal reproductive transitions.Animal Reproduction Science, 116(3), 282-290.

Flores-Najera, M. J., Meza-Herrera, C. A., Echavarria, F. G., Villagomez, E., Iñiguez, L., Salinas, H., Gonzalez-Bulnes, A., 2010. Influence of nutritional and socio-sexual cues upon reproductive efficiency of goats exposed to the male effect under extensive conditions. Animal Production Science, 50(9), 897-901.

Martin, G. B., Milton, J. T. B., Davidson, R. H., Banchero, H.G.., Lindsay, D. R., Blache, D., 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. Animal Reproduction Science, 82, 231-245.

Notter, D.R., 2012. Genetic improvement of reproductive efficiency of sheep and goats. Animal Reproduction Science. 130, 147– 151.

Gallego-Calvo, L., Gatica, M. C., Guzmán, J. L., Zarazaga, L. A., 2015. Reproductive performance response to the male effect in goats is improved when doe live weight/body condition score is increasing. Animal Reproduction Science, 156, 51-57.

Gelez, H. y Fabre-Nys C., 2004. The ‘‘male effect’’ in sheep and goats: a review of the respective roles of the two olfactory systems. Hormones and Behavior, (46):257–271.

López-Jara, A.G., Machado-Ramos, M.G., Benítez-Rivas, J.J., Ángel-García, O., Vélez-Monroy, L.I., Chávez-Solis, A.U., Véliz-Deras, F.G., Mellado, M., De Santiago-Miramontes, M.A. (2015). El nivel de alimentación mejora la respuesta sexual de los machos cabríos multirraciales jóvenes tratados con testosterona. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Memorias. (LI, RNIP),Toluca de Lerdo, Edo. De Méx. Memorias. Año 1. Núm.1. Vol 1 Nov. 2015.p 80-81

Luna-Orozco, J. R., Guillen-Muñoz, J. M., De Santiago, M. A., García, J. E., Rodríguez-Martínez, R., Meza-Herrera, C. A., Véliz, F. G., 2012. Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. Tropical Animal Health and Production, 44(1), 71-75.

Polat, H., Dellal G., Baritc, I., Pehlivan, E. 2011. Annual Change of the Testosterone Hormone in Male White Goats. Agricultural Sciences in China,10 (2), 312-316.

Robinson, J.J., Ashworth, C.J., Rooke, J.A., Mitchell, L.M., McEvoy, T.G., 2006. Nutrition and fertility in ruminant livestock. Animal Feed Science and Technology, (126): 259–276.

Todini L., Malfatti A., Terzano G. M., Borghese A., Pizzillo M., Debenedetti A., 2007. Seasonality of plasma testosterone in males of four Mediterranean goat breeds and in three different climatic conditions.Theriogenology (67), 627–631.

Veliz Deras, F., Contreras, V., Rodriguez-Martinez, R., Arellano, G., De Santiago-Miramontes, M., Mellado,M y Meza-Herrera, C., The use of 10 mg intravulvar progesterone and eCG induces sexual activity of anestreous goats. In: Reproduction in Domestics Animals (ESDAR) Helsinki,Finland,11-13th september 2014;Vol 9 Supl 13 p 99-99.

Walkden-Brown, S. W., Restall, B. J., Norton, B. W., Scaramuzzi, R. J., Martin, G. B., 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass,

sebaceous gland volume and odour in Australian cashmere goats. Journal of Reproduction and Fertility, 102 (2), 351-360.

Zarazaga, L. A., Guzmán, J. L., Domínguez, C., Pérez, M. C., Prieto, R., 2009. Effects of season and feeding level on reproductive activity and semen quality in Payoya buck goats. Theriogenology, 71(8), 1316-1325.

DEGUSTACIÓN DE QUESOS NO TRADICIONALES POR CONSUMIDORES NO ENTRENADOS

Pastor López F.J.*, Isidro Requejo L.M., Torres Hernández D., Salinas Gonzalez H.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna, Blvd. José Santos Valdés #1200, CP 27040, Matamoros, Coahuila, México.
*pastor.francisco@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera es la principal región productora de leche de cabra en México con una producción de 62 millones de litros anuales (SAGARPA, 2015), producción que en su mayoría es acaparada por las industrias establecidas en la región para transformarla en quesos y dulces (cajeta principalmente). Aunque estas empresas garantizan la compra del producto favoreciendo una entrada segura de ingresos semanales a las familias productoras, se debe considerar que es factible mejorar sus ingresos y generar algunos empleos mediante la transformación, en este sentido varias dependencias gubernamentales, universidades y centros de investigación, antes y ahora han capacitado cientos de personas en la elaboración de quesos y dulces.

Según el INAES (sf) el consumo de la cajeta es estacional, incrementándose su consumo en temporadas con bajas temperaturas, por lo anterior de los lácteos elaborados con leche de cabra el queso representa mejor negocio al ser un producto de consumo constante durante el año, con un consumo per cápita en México de 2.83 kg al año y una producción nacional de 244,000 toneladas que solo satisface el 76.5% del consumo nacional (Almanza, 2011). Ante este panorama es pertinente tomar cartas en el asunto y propiciar la producción quesera por pequeñas y medianas empresas (PYMES) en la región.

En un estudio realizado por Torres y col. (2011), se determinó que los tres tipos de queso más consumidos en la Comarca Lagunera son el Chihuahua, el Panela y el Asadero. Estas preferencias posiblemente se deben a las costumbres culinarias dentro de la familia, lo que puede inmiscuir una fidelidad a una marca o la falta de diversidad en el centro de distribución (principalmente tienditas y mercados municipales). Una opción para incentivar el consumo de productos nuevos es la degustación (Moscoso, 2016), esta experiencia pretende mostrar al consumidor un producto que no consume.

El INIFAP ha capacitado algunos productores queseros en la región, actualmente tiene un proyecto donde se pretende fortalecer las PYMES dedicadas a producción de queso, las cuales se enfocan únicamente en la producción de queso tipo Panela o también llamado cuajada, el cual es de fácil elaboración, requiere pocos ingredientes y mínima infraestructura.

Dentro del proyecto de INIFAP se pretende diversificar la producción de queso, por lo que a partir de esa idea, el objetivo de este trabajo fue mostrar otros tipos de queso a los procesadores del lácteo y definir cuales tienen mejor aceptación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los diferentes tipos de queso fueron adquiridos en un supermercado de la ciudad de Torreón, donde es común encontrar una gran variedad de quesos de diferente origen, se puede decir que es un supermercado dirigido a consumidores con nivel socioeconómico medio a alto, los cuales buscan productos novedosos y/o poco comunes que no se consiguen en centro de distribución comunes, como mercados municipales.

Se seleccionaron 7 tipos de queso exóticos: Queso crema elaborado con leche de cabra, Brie, Manchego (producto español con denominación de origen, elaborado con leche de oveja), Provolone, Murcia al vino, Con miel y nuez, Gorgonzola.

La degustación la realizó un grupo no entrenado en análisis sensorial, este grupo lo conformaban 30 personas de ambos sexos y diferentes edades, quienes se dedican a elaborar lácteos (principalmente queso panela), todos consumidores regulares de queso, con residencia en varios municipios de la región. La degustación se realizó en un salón de reuniones con clima, sin divisiones, con mesas y sillas. El orden para la prueba fue de los quesos de sabor y aroma más suave a los más intensos, para evitar saturar el paladar, además a cada degustador se le proporciono un vaso con agua para realizar un enjuague bucal después de degustar cada tipo de queso.

Para la evaluación se les proporciono un formato, donde evaluaron cada queso de acuerdo a su aceptación:

Tipo de queso

Me gusto ◯ No me agrada, ni me desagrada ◯ No me gusto ◯

¿Por qué?

Se les ofreció una porción aproximada de 20 g de queso.

Las respuestas se transformaron a un valor: Me gusto = 3, No me agrada, ni me desagrada = 2 y No me gusto = 1, esto con el fin de mediante estadística descriptiva realizar un diagrama de barras mostrando las preferencias de los jueces no entrenados, donde el valor máximo es 3 y el mínimo 1, y la información fue procesada en una hoja de cálculo en Microsoft Excel 2013®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la degustación varias personas decidieron no participar o respondieron de forma errónea la hoja de respuestas, por lo que no se consideraron, quedando un total de 20 evaluaciones realizadas de acuerdo a nuestras indicaciones.

El grupo conoció quesos diferentes de los que normalmente consume, por lo que ante algunos de ellos se pudo observar sorpresa por parte de las personas al ver sus expresiones faciales o al declararlo al grupo, como por ejemplo al presentarles el queso Provolone (queso de origen italiano), el cual tiene una figura de guaje u ocho, además de que es un queso ahumado, características ausentes en los quesos consumidos en la región.

Otro queso extraño para los degustadores, fue el queso Gorgonzola (queso de origen italiano), un queso madurado con *Penicillium roqueforti*, un hongo que le da su apariencia mohosa y un olor fuerte que desagrada a algunas personas. El queso Brie (queso de origen francés) también entra en lo poco común, el cual es una pasta blanda con una capa mohosa debido a la adición del hongo *Penicillium candida*.

Ya los quesos Manchego y Murcia al vino, tienen un origen español y una textura muy similar, con la principal diferencia en la capa colorida del Murcia al vino, el cual se debe a que se deja reposando en la bebida que le da nombre. El queso crema es conocido por su uso en repostería, sin embargo el queso ofrecido es elaborado con leche de cabra, lo que le confiere otro color y sabor.

Por último el queso de cabra con miel y nuez lo podemos describir como una golosina, ya que la miel y la nuez le dan mucha semejanza a un flan o dulce de leche.

En cuanto a la preferencia de los diferentes quesos el queso de cabra con miel nuez fue el más aceptado, seguido muy cerca por el queso crema. De acuerdo a los comentarios la textura suave, cremosa fueron características agradables.

El queso Manchego también tuvo una de las mejores aceptaciones, en los comentarios se menciona su textura firme, recordemos que dentro de la variedad de quesos ofrecidos este es

un tipo queso comúnmente consumido en México, con la diferencia que el producto ofrecido es el original, o sea elaborado con leche de oveja.

Sabor fuerte amargo fue la descripción que domino en el queso Murcia al vino, es probable que muchas personas del grupo evaluador no tengan la costumbre de consumir vino, lo que pudo influir en su precepción desagradable. El proceso de ahumado le confiere su olor característico al queso Provolone, algo que no agrado algunos degustadores, sin embargo en otros el sabor fue bien valorado, quedando en la quinta posición.

En las dos últimas posiciones quedaron los quesos con apariencia mohosa (Brie y Gorgonzola), describiendo al Brie como sabor fuerte y en el Gorgonzola el comentario que domino fue el olor desagradable, característica por la cual algunas personas no llegaron a probarlo.

La preferencia de los degustadores se aprecia en la figura 1, donde la puntuación máxima es 3.0 y la mínima es 1.0, puntuaciones extremas que ningún queso alcanzo.

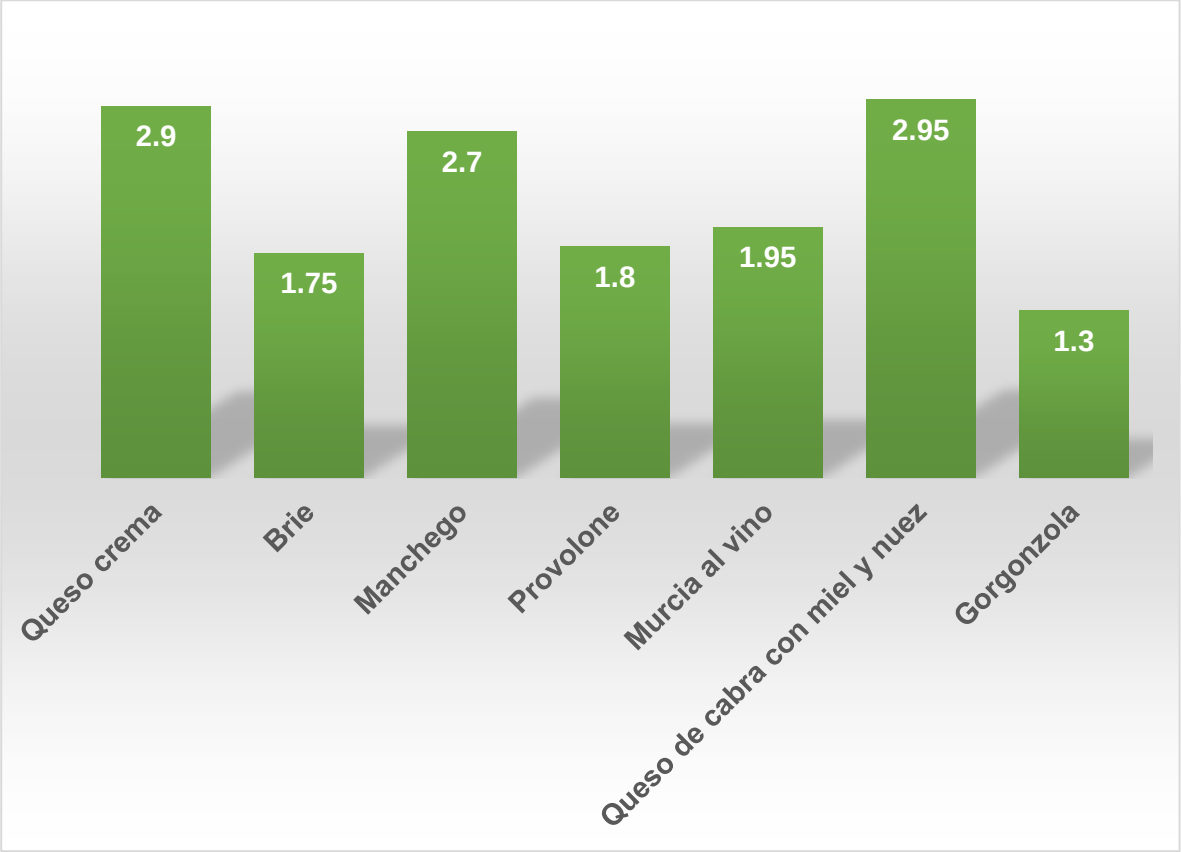


Figura 1. Aceptación de los diferentes tipos de queso

CONCLUSIONES

Romper el paradigma de forma, sabor y olor del queso en esta población se consiguió con la variedad de quesos ofrecidos, ya la preferencia se inclinó a una textura suave del queso de cabra con miel y nuez, y del queso crema.

Esta degustación mostro nuevas texturas, olores, sabores e ingredientes, factores que pueden enriquecer el diseño y experimentación para crear quesos diferentes al queso Panela.

BIBLIOGRAFÍA

Almanza, G.J.A., 2011. El negocio del queso. El Economista. 20 de enero de 2011. http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2011/01/20/negocio-queso, fecha de consulta 25 de julio de 2016.

Instituto Nacional de la Economía Social (INAES), sf. Guía empresarial – Cajeta, flanes y otros postres de leche. http://www.inaes.gob.mx/doctos/pdf/guia_empresarial/cajeta.pdf, fecha de consulta 25 de julio de 2016.

Moscoso, E.Z.S., 2016. Plan de negocios para la producción y comercialización de pétalos de rosas comestibles de chocolate en la ciudad de Quito. Tesis (Ingeniería en Negocios Internacionales). Quito, Ecuador, Universidad De Las Américas, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, 2016. P 10. http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5284/1/UDLA-EC-TINI-2016-78.pdf, fecha de consulta 27 de julio de 2016.

Torres, H.D., Carrillo, M.M.A., Rivera, S.J.Z., Isidro, R.L.M., Espinoza, A.J.J., Pastor, L.F.J., Maldonado, J.J.A. y Méndez, M.E., 2011. Estudio exploratorio de los gustos y preferencias del consumidor de queso en la Comarca Lagunera. Memorias de la XXIII Semana Internacional de Agronomía. 9 al 11 de noviembre de 2011. Universidad Juárez Del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Gómez Palacio, Dgo. 221-225.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), 2015. Anuario estadístico de la producción agropecuaria. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Región Lagunera Coahuila- Durango. Cd. Lerdo, Dgo.

MAGNITUD DE LAS DIFERENCIAS EN PRODUCCION DE LECHE DE CABRAS LOCALES EN CINCO COMUNIDADES DE LA COMARCA LAGUNERA

J.A. Maldonado-Jaquez[1*], G. Torres-Hernández[1], H. Salinas-González[2], C.M. Becerril-Pérez[1], P. Díaz-Rivera[3]

[1]Colegio de Postgraduados. Departamento de Ganadería. Km 36.5 Carr. México-Texcoco, CP. 56230 Montecillo, México. [2] INIFAP-CIR Norte-Centro, Blvd. José Santos Valdez # 1200 Pte., Col. Centro. CP. 27440, Matamoros, Coahuila, México. [3] Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. Carr. Xalapa-Veracruz km 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz. C.P. 91700. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. Correo-e: maldonado.jorge@colpos.mx

INTRODUCCIÓN

México está considerado como segundo productor de cabras en el continente americano (Arbiza y de Lucas, 2001) y ubicado en el lugar 18 en producción de leche a nivel mundial (FAOSTAT, 2013). El 64% de las cabras en México se concentra en los sistemas de producción extensivos de las zonas áridas (Cantú *et al.*, 1989). Estas zonas se caracterizan por tener un bajo nivel socioeconómico, escases de recursos naturales y sequias prolongadas (Baraza *et al*., 2008). En el norte de México los hatos caprinos están formados en su mayor parte por animales que los productores denominan Criollos (Merlos-Brito, 2008), término que hoy es más aceptado como "locales" (Montaldo *et al.*, 2010). En México se producen más de 155 millones de litros de leche de cabra generando una derrama de más de 781 millones de pesos (SIAP-SAGARPA, 2014). La Comarca Lagunera (Coahuila y Durango) tiene uno de los mayores inventarios de cabras del orden de 411,376 cabezas, y se ubica como la principal región productora de leche de cabra en México con poco más de 60 millones de litros anuales y una derrama económica de más de 263 millones de pesos anuales por este concepto (SIAP-SAGARPA, 2014). Aunque esta región es importante en producción de leche de cabra, la información disponible respecto a los sistemas caprinos extensivos y sus componentes es muy escaza. Esto se atribuye en gran parte a que los productores no llevan registros de producción, no están organizados para la producción, transformación y comercialización de la leche (Maldonado-Jáquez *et al*., 2014), carecen de asistencia técnica e información (Salinas *et al*., *2*011; Escareño *et al*., 2012), tienen un bajo nivel tecnológico, las cabras presentan una marcada estacionalidad en la producción de leche (Maldonado-Jáquez *et al.,* 2015). Por lo anterior el objetivo de este estudio fue evaluar la magnitud de las diferencias en producción de leche de cabras locales debidas a comunidad y rebaño bajo condiciones extensivas de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó con 14 productores ubicados en el suroeste del Estado de Coahuila en 4 comunidades del Municipio de Viesca y 1 en el Municipio de Matamoros. Esta región se ubica a 1100 msnm; el clima es BWhw y se caracteriza por ser desértico, semicalido con invierno fresco. La precipitación media anual es de 240 mm y la temperatura anual promedio es de 25° con rangos de -1 °C en invierno y 44 °C en verano. El manejo de los rebaños fue el típico para el sistema extensivo, con pastoreo diurno y encierro nocturno. El manejo sanitario se limita a vacunación de campaña (brucelosis) y desparasitación externa. La dieta principal consistió en especies vegetales nativas de la región como algunos pastos (*Sporobolus spp*. y Muhlenbergia *spp.*), arbustivas: mezquite (*Prosopis spp.)*, Huizache (*Acacia spp.*), Gobernadora *(Larrea tridentata)* e inflorescencia de maguey *(Agave spp.),* además, ocasionalmente el ganado acceso a esquilmos agrícolas como melón (*Cucumis melo*), sandía (C*itrillus lanatus*), avena forrajera (*Avena sativa*) y sorgo (*Sorghum halepense*). Se utilizaron 12097 datos de producción de leche pertenecientes a 2229 lactancias de 1125 cabras locales (cruzas indefinidas de razas Alpino Francés, Saanen, Toggenburg, Nubia, Granadina y La Mancha, entre otras), de primer a cuatro o más partos. La producción de leche se midió con una báscula comercial marca Torrey® de 10 kg±1g. Los rebaños se ordeñaron de forma manual entre las 04:00 y 07:00 hs y el muestreo se estableció por 4 años (Junio/2012-Mayo/2015). Para el análisis de los datos se utilizó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (SAS 2002) bajo el modelo $\mathbf{Y_{ijkl}=\mu+ID_i+C_j+R_{k(j)}+E_{ijkl}}$**;** dónde: $\mathbf{Y_{ijk}}$**:** Producción promedio de leche/cabra/día**; μ:** Constante que caracteriza la población; ID_j: Efecto aleatorio del i-esimo animal (i=1,2,3…1125); C_j: Efecto fijo de la j-esima comunidad (j=1,2,3,4,5); $\mathbf{R_{k(j)}}$**:** Efecto fijo del k-esimo rebaño anidado dentro de comunidad (k=1,2,3…, 14); $\mathbf{E_{ijkl}}$**:** Error aleatorio. Finalmente para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran las medias de cuadrados mínimos para producción de leche por comunidad y rebaño dentro de comunidad. Las diferencias más marcadas se observan a nivel de rebaño ($p<0.0001$). Estas diferencias se pueden atribuir al efecto de manejo sobre los animales a nivel de comunidad y, particularmente, a nivel de rebaño. Aunque se ha descrito que el manejo en las unidades de producción del presente trabajo es similar (Salinas *et al*., 2011, Orona *et al.* 2014), empíricamente se identificaron diferencias como: la hora de salida a pastorear, la duración del pastoreo, las áreas que pastorean, duración de ordeña, diferencias entre ordeñadores, etc. Algunos estudios (Goetsch *et al.*, 2011) mencionan que la magnitud del

efecto de la frecuencia de ordeño es menor en cabras con bajo vs alto potencial de producción. En general, se debe considerar que el comportamiento productivo de las cabras, especialmente en la producción de leche, está condicionado al efecto de factores múltiples, donde algunos son de naturaleza genética y otros de carácter ambiental (Paz *et al*., 2007). Por otra parte, aunque algunos autores (Mellado *et al.*, 2006) señalan que la producción de leche a través de la lactancia no está asociada a ningún tipo de forraje en particular, se sabe que éste incide directamente en la cantidad y calidad de la leche (Stan *et al.*, 2011), debido a la cantidad de forraje que consumen y a la selectividad de los animales sobre el alimento (Tarazona *et al.*, 2012). Otros autores (Mburu *et al.*, 2014), han indicado que prácticas alimenticias pobres afectan la producción lechera de las cabras, y la producción de leche es una de las variables que inicialmente se ve afectada ante cualquier cambio nutricional o ambiental (NRC, Council, 1981).

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos (±error estándar) de producción de leche (gr) por comunidad y rebaño dentro de comunidad en cabras locales de la Comarca Lagunera.

Comunidad	**Media**±e.e
Irlanda	1214.93±19.99^{a}
Gilita	1037.08±19.69^{b}
Gabino Vázquez	968.47±6.10^{c}
Nuevo Reynosa	938.37±6.61^{c}
Zaragoza	868.39±6.70^{d}

Rebaño	**Media±e.e**	**Rebaño**	**Media±e.e**
R1	1214.93±19.99^{a}	R8	947.47±15.39^{c}
R2	1061.55±9.15^{b}	R9	875.67±12.97^{d}
R3	1037.08±19.69^{b}	R10	873.79±13.43^{d}
R4	1002.74±9.80^{bc}	R11	860.86±8.95^{d}
R5	961.16±17.38^{c}	R12	824.73±14.66^{de}
R6	959.31±13.87^{c}	R13	784.34±14.02^{e}
R7	953.48±18.35^{c}	R14	709.71±13.82^{f}

Medias con letras diferentes indican diferencia estadística ($p<0.05$)

CONCLUSIONES

Se concluye que existen grandes diferencias en producción de leche entre comunidades y, específicamente, entre rebaños. Se sugiere que en el futuro las investigaciones estén dirigidas a seguir identificando las diferencias en manejo entre comunidades y rebaños dentro de comunidad y si es posible cuantificarlas, con el propósito de estandarizar las prácticas de manejo que conlleven a minimizar las diferencias en producción de leche.

BIBLIOGRAFÍA

Arbiza, A.S.I. y De Lucas T.J. (2001). La leche caprina y su producción. Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán (UNAM). Editores Mexicanos Unidos. 211 Pp

Baraza E., Ángeles S., García A. y Valiente B.A. (2008). Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época seca en el Valle de Tehuacán, México. *Interciencia.* 33 (12), 891-896.

Cantú R.E., Colín N.M., Contreras M., García J. (1989). Estudios sobre la estacionalidad reproductiva de los machos caprinos de las razas Saanen y Alpina. En: Memorias de la V reunión Nacional sobre la Caprinocultura. Zacatecas, México. P. 67.

Escareño, L., Salinas-González, H., Wurzinger, M., Íñiguez, L., Sölkner, J., Meza-Herrera, C. (2012). Dairy goat production systems: Status quo, perspectives and challenges. *Tropical Animal Health and Production*, 45(1):17-34.

FAOSTAT. (2013). Estadisticas de producción de leche de cabra a nivel mundial y nacional. Recuperado el 14 de Julio del 2015 de http://faostat.fao.org/site/569/desktopdefault.aspx?Pageid0569#ancor

Goetsch, A.L., Zeng, S.S., & Gipson, T.A. (2011). Factors affecting milk production and quality. *Small Ruminant Research,* 101, 55-63

Maldonado-Jáquez, J.A.; Salinas-González, H.; Valle-Moysen, E.D., Triana-Gutiérrez, M.; Espinoza-Arellano, J.J. (2014). *Perfil socioeconómico de los caprinocultores del suroeste del Estado de Coahuila, México.* San José del Cabo, B.C.S. XXVII Congreso Internacional de Administración de Empresas Agropecuarias. pp. 753.

Maldonado-Jáquez, J.A.; Salinas-González, H.; Torres-Hernández, G.; Valle-Moysen, E.D.; Isidro-Requejo, L.M.; Triana-Gutiérrez, M. (2015). *Perfil productivo del sistema de producción caprino extensivo en el suroeste del Estado de Coahuila.* Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. III Congreso Internacional y XVII Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. pp. 724.

Mburu, M., Mugendi, B, Makhoka, A., Muhoho, S. (2014). Factors affecting Kenya alpine dairy goat milk production in Nyeri region. *Journal of Food Research.* 3(6): 160-167.

Mellado, M., Estrada, R., Olivares, L., Pastor, F., Mellado, J., (2006). Diet selection among goats of different milk production potential on rangeland. *Journal of Arid Environments*. 66:127-134.

Merlos-Brito M., Martínez-Rojero R., Torres-Hernández G., Mastache-Lagunes A., Gallegos-Sánchez J. (2008). Evaluación de características productivas en cabritos Boer x Local, Nubia x Local y locales en el trópico seco de Guerrero, México. *Vet. Mex*. 39(3):323-333.

Montaldo, H.H., Torres-Hernández, G., Valencia-Posadas, M. (2010). Goat breeding research in Mexico. *Small Rumin. Res.* 89:155–163.

National Research Council (NRC) (1981). *Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy, and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries*. Washington, D.C.: Ed. National Academy Press.

Orona, C.I., Fortis, H.M., Gallegos, R.M., Salazar, S.E., García, H.J. (2014). Proyección económica de unidades representativas de producción caprina en la comarca lagunera, México. Revista Mexicana de Agronegocios. 35:625-636.

Paz, R.G., Togo, J.A., López, C. (2007). Evaluación de parámetros de producción de leche en caprinos (Santiago del Estero, Argentina). *Revista Científica, FCV-LUZ*. 17(2)161-165.

Salinas, H., Echavarría, F., Flores-Nájera, M., Flores-Ortiz, M., Gutiérrez, R., Rumayor, A., Meza-Herrera, C., & Pastor, F. (2011). Evaluación participativa de tecnologías en caprinos del norte centro de México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17:225-234.

Statistical Analysis System (SAS). (2002). *SAS/STAT User's Guide, Software version 9.0.* Cary, NC: SAS Institute Inc.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA). (2014). Anuario estadístico de la producción agropecuaria.

Stan, R., Iancu, R., Enache, A., Lazar, S., Padurariu, A. (2011). The management in a dairy goat farm based of feeding Systems. *Animal Science and Biotechnologies*. 44(1):113-117.

Tarazona, A.M., Ceballos, M.C., Naranjo, J.F., Cuartas, C.A. (2012). Factors affecting forage intake and selectivity in ruminants. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 25:473-487.

COMPOSICIÓN QUÍMICA, DIGESTIBILIDAD Y DEGRADABILIDAD *IN VITRO* EN DIETAS PARA BOVINO CON ENCINO BLANCO

***[1]Torres Fraga Karla, [1]Murillo Ortiz Manuel, [1]Herrera Torres Esperanza.**

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Juárez del Estado de Durango. Carr. Durango-Mezquital Km 11.5 Durango, Dgo. *karlatf12@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En México las actividades agropecuarias tienen una gran importancia en el medio rural como fuente de ingresos y proveedor de alimentos. El sector agropecuario desarrolla sus actividades en gran parte de las localidades rurales y aprovecha los recursos naturales, constituyéndose en uno de los principales medios de empleo para la población que reside en el medio rural. La producción agropecuaria es muy sensible al cambio climático (SIAP, 2014).

Los rumiantes se distinguen del resto de los animales por la adaptación morfo fisiológica de la parte anterior de su estómago. Los estudios de nutrición de rumiantes se dirigen a conformar dietas que maximicen la producción de proteína microbiana en el rumen, ya que reducen la necesidad de suplementar la alimentación animal con fuentes de proteínas no degradables en el rumen. Desde el punto de vista ecológico, incrementan la fijación del carbono en la biomasa microbiana y reducen las pérdidas de carbono en forma de dióxido de carbono y metano (Blümmel *et al*., 1997).

El efecto de las fuentes de nitrógeno en la cinética de la fermentación diferentes autores han establecido que la clave para entender y manipular la alimentación y nutrición de los rumiantes es fundamental la comprensión de los mecanismos involucrados en la degradación ruminal del alimento, y a disponibilidad y la proporción de productos finales de la fermentación. El entendimiento de estos complejos fenómenos proporcionará las herramientas necesarias para formular planes de alimentación que correspondan a los requerimientos nutricionales propios de cada especie animal y estado fisiológico (Franzolin 1994).

Los encinos han sido utilizados por el hombre desde tiempos remotos para obtención de madera, como alimento, fuente de taninos, curtido de pieles y en la medicina. Estas plantas, conocidas también como robles o belloteros pertenecen al género Quercus, uno de los más importantes a nivel mundial (Mass, 1977; Bonfil, 1993; Challenger, 1998). El género Quercus es el de mayor diversidad dentro de la familia Fagaceae, se distribuye principalmente en las regiones templadas y secundariamente en regiones tropicales y subtropicales del hemisferio norte. La riqueza de especies de Quercus es difícil de precisar, se estima que puede haber entre 300 y 600 en el planeta. En México existen entre 135-161 especies de encinos, lo que lo

convierte en el poseedor del mayor número de especies a nivel mundial (Nixon 1993; Valencia, 2004).Los sistemas de ganadería en pequeña escala hacen uso de los recursos naturales forrajeros como vegetación nativa para complementar la dieta del ganado.

El estado de Durango cuenta con terrenos de producción bovina incluidos en las regiones áridas y semiáridas; así como en la región montañosa dela sierra madre occidental (Peel *et al*., 2010). La producción bovina de leche, carne y sus derivados se usa para auto-consumo, obtención de becerros machos para exportación y aprovechamiento de los animales de desecho para abastecer consumo local de carne (González *et al*., 2007).

El método de digestibilidad *in vitro* de la materia seca consiste en una simulación del ambiente ruminal, en el que se crea una atmósfera reductora rica en dióxido de carbono y exenta de oxígeno, con los minerales y el pH requerido para albergar los microorganismos del rumen, se realiza una incubación de los alimentos con líquido ruminal durante 48 h a la temperatura corporal de la vaca de 39°C, seguida del tratamiento del residuo con una disolución detergente neutro durante una hora a 100°C. El conocimiento de la digestibilidad de los alimentos es básico para establecer su valor nutritivo y, por tanto, para la formulación de raciones para los rumiantes (Williams *et al*., 1983).

La digestibilidad de los nutrientes es la diferencia expresada como un porcentaje entre los nutrientes presentes en el alimento ingerido y la fracción 10 correspondiente no digerida que aparece en la excreta. La importancia de determinar la digestibilidad de un alimento radica en que es un valor variable entre distintos alimentos y posee un valor práctico; una digestión incompleta frecuentemente representa pérdidas en la cadena productiva (Londoño, 1993). A veces es válido usar condiciones in vitro diferentes a las existentes in vivo, lo que implica la adición de enzimas, aumento de temperatura, etc. para obtener iguales productos de digestión pero esto se debe evitar cuando se requiere el empleo de la técnica para un amplio rango de alimentos pues los valores alcanzados podrían no estar bien correlacionados con los valores in vivo para todos los tipos de alimentos debido a que algún elemento del sistema in vivo no está siendo simulado exactamente (Drake *et al*., 1991). La digestibilidad de la proteína y la disponibilidad de los aminoácidos no siguen el mismo patrón por lo que resulta interesante conocer no solo la digestibilidad de la proteína sino también la disponibilidad de sus aminoácidos (Russell *et al.*, 1992). El conocimiento de la degradabilidad y digestibilidad de los alimentos son fundamentales para establecer su valor nutritivo; y por tanto para la formulación de raciones para rumiantes (Bochi-Brum *et al*., 1999). La digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a su solubilización o ataque por los microorganismos anaerobios ruminales; mientras

que, la degradabilidad hace referencia a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrantes, mediante procesos biológicos o químicos. A diferencia de la degradabilidad, la digestibilidad de los forrajes permite estimar la proporción de nutrientes presentes en el alimento (Giraldo *et al*., 2006).

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la adición de hojas de encino blanco (*Quercus laeta*), sobre la composición química, digestibilidad y degradabilidad en dietas para bovinos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio.

El análisis experimental se realizó en el laboratorio de nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Juárez del estado de Durango, localizada en el kilómetro 11.5 de la carretera Durango-El Mezquital, ubicada a 24° 10' 00" N y 104° 40' 00" O y 1890 msnm. El clima predominante en la región es semiárido con régimen de lluvias en verano y variación fuerte de la temperatura. Los valores anuales promedio de temperatura son de temperatura 16 ° C y precipitación 500 mm (García, 1987; INEGI, 1995; Medina et al., 2005).

Colecta del material vegetal

Las plantas se recolectaron a principios del mes de octubre, en el área rural de Morcillo, municipio de Durango del mismo estado. El clima predominante en la región de muestreo es templado con temperatura media anual de 15°C a 19°C, con régimen de lluvias en verano. Las ramas de *Quercus laeta* (1 m de longitud) se recolectaron de manera aleatoria y manual, para posteriormente retirarles las hojas *Quercus laeta.* Las hojas secaron a 55°C durante 48 horas en una estufa de aire forzado.

Para la conservación de las muestras vegetales, se molieron las hojas en un molino de cuchillas (Thomas-Wiley Miller Lab, Model 4) con malla de 2 mm.

Diseño de los tratamientos

Se prepararon cuatro diferentes dietas (tratamientos) con diferentes concentraciones de alfalfa, *Quercus laeta*, maíz molido, tlazole, harinolina y minerales. Las dietas experimentales se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Dietas diseñadas con diferentes componentes.

Forraje	T1	T2	T3	T4
Alfalfa	50 %	0 %	25 %	0%
Encino blanco	0 %	50 %	25 %	0%
Maíz molido	30 %	30 %	30 %	30%
Harinolina	19 %	19 %	19 %	19%
Minerales	1 %	1 %	1 %	1%
Tlazole	0%	0%	0%	50%

Análisis de la composición química

El análisis de la composición química se realizó de acuerdo a los métodos descritos por la AOAC (2005), contenido de materia seca (MS) por desecación (AOAC925.45), cenizas (CEN), por el método de incineración en seco (AOAC 938.08), extracto etéreo (EE), por extracción con éter de petróleo (AOAC 989.05), proteína (PRO). Además se determinó la proporción de lignina (LAD), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), con base en el método establecido por Goering y Van Soest, (1970).

Digestibilidad y degradabilidad *in vitro*

El inóculo se preparó a partir del líquido ruminal de una vaca adulta fistulada de 445 kg de raza Holstein. La digestibilidad se determinó, por incubación de las muestras, durante 48 h en un incubador Daisy. El estudio de la digestibilidad (DIV) y degradabilidad (DEG) *in vitro* se realizó con el método propuesto por (ANKOM, 2011).

Análisis estadístico

Se aplicó un diseño completamente al azar, con cuatro dietas y tres repeticiones Para cada uno de los tratamientos. El análisis de varianza para variables se realizó con los PROC GLM del SAS (2003) y la comparación de medias con la prueba de rango múltiple de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la composición química se presentan en la tabla 2. El contenido de proteína (PRO), FDN, EE, FDA, Lignina (LAG), cenizas (CEN), la degradabilidad *in vitro* (DEG), la digestibilidad *in vitro* (DIV) y materia orgánica (MO) ($P<0.01$) fueron diferentes entre los tratamientos.

Tabla 2. Composición química de las dietas experimentales.

Tratamiento (%)	%PRO	%EE	%DIV	%FDN	%FDA	%LAD	%CEN	%MO	%DEG
1	13.01[a]	2.93[b]	88.17[a]	46.90[b]	31.04[a]	8.26[a]	13.78[a]	86.21[c]	35.24[c]
2	11.87[b]	3.29[a]	77.11[c]	56.80[b]	44.22[b]	12.40[b]	8.64[b]	91.35[b]	49.16[a]
3	13.28[a]	3.40[a]	82.18[b]	51.38[a]	40.71[c]	10.21[b]	6.53[c]	93.46[a]	39.38[b]
4	9.18[c]	2.04[c]	85.28[a]	48.28[b]	31.13[a]	8.01[a]	6.45[c]	85.23[c]	38.35[b]
EEM	0.1276	0.0326	0.0438	1.7759	0.3690	0.0441	0.1540	0.1320	0.4032

[a,b,c] Medias con literal diferente no son iguales (P<0.01).

La inclusión del 50% de encino disminuye la proteína, en comparación con los tratamientos que contienen niveles más bajos de hojas de *Quercus laeta* reportados por Yousef (2010) con un contenido de P de 8.3%, el valor más bajo lo obtuvo el tratamiento 4 y el 3, el resto de los tratamiento mostraron similitud estadística para la fracción proteica del forraje. De igual manera, el contenido de EE es menor en los tratamientos con respecto al 5.4% reportado por Yousef (2010), principalmente en el tratamiento 4. De modo similar, los porcentajes de MO presentaron valores cercanos a lo reportado por Olson y Kelsey, (1997). Mientras que, el contenido de FDN y FDA fueron similares a los encontrados por Mero y Uden (1998), siendo el más alto para el tratamiento 2 con relación a los demás. Por otro lado, el porcentaje de cenizas fue elevado en todos los tratamientos en comparación con el reportado Mero y Uden (1988) (3.8%). En este sentido, el contenido de lignina tuvo variación en los tres tratamientos (10.02%) (Olson y Kelsey, 1997).

La incorporación de hojas de encino blanco (*Quercus laeta*) en las dietas en una concentración del 50% como en el tratamiento 2 tuvo un efecto significativo ya que se obtuvo el menor valor en comparación con los otros tratamientos, por lo que se observan diferencias altamente significativas entre todos los tratamientos. En el rumen, el tamaño y la forma de las partículas determinan la velocidad de su degradación por los microorganismos.

Los resultados de la degradabilidad indican efectos altamente significativos de la interacción entre los ingredientes de la dieta 2 con una concentración de 50% de hojas de encino blanco (*Quercus laeta*), mientras que se muestra un porcentaje de degradabilidad similar entre los tratamientos 3 y 4. A su vez se obtuvo un mayor porcentaje de degradabilidad en el tratamiento 2, de un 49.16% en comparación con el resto de los tratamientos. En la alimentación del ganado bovino de engorda, una tasa de degradabilidad demasiado rápida puede ocasionar problemas digestivos, en especial acidosis ruminal (Owens *et al.,* 1998).

CONCLUSIONES

En este trabajo se pudo comprobar que se pueden aprovechar los recursos naturales de la región para la producción y mejoramiento de forrajes, para la alimentación animal.

Los resultados obtenidos indican que al incluir hojas de *Quercus laeta* disminuye la digestibilidad y aumenta la degradabilidad como se muestra principalmente en el tratamiento 2 el cual contiene 50% de concentración de la dieta diseñada. Este trabajo constituye una aportación sobre el conocimiento de las características de dietas para rumiantes con la inclusión de hojas de *Quercus laeta,* ya que existe mayor información de las características de la madera. La variación observada puede deberse al tipo de dieta y a la mezcla de los ingredientes empleados. Dicha información permitirá establecer una mejor predicción de la composición química de dietas enriquecidas con hojas de *Quercus laeta*.

BIBLIOGRAFÍA

ANKOM. 2011. *In vitro* true digestibility using the DAISY incubator. ANKOM Technology-08/05.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. Official methods of analysis. 15th ed.

Blümmel, M., Moss, A., Givens, I., Makkar, H.P.S. & Becker, K. 1999. Preliminary studies on the relationship of microbial efficiencies of roughages in vitro and methane production in vivo. Proc. Soc. Nut. Physiol. 8:76

Challenger A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 847 p.

Drake, A.P., Fuller, M.F. y Chesson, A. 1991. Simultaneous estimations of precaecal protein and carbohydrate digestion in the pig. In: In vitro digestion for pigs and poultry.

Franzolin R 1994 Feed efficiency: a comparison between cattle and buffalo. Buffalo Journal 2: 39-50

García M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4ª. Ed. Enriqueta García de Miranda. México.

Giraldo, C., Valderrama, E., Montoya, L. y Armbretcht, I. (2006). Efecto de Tithonia diversifolia (Asteraceae) sobre herbivoría de Atta cephalores. En: Resúmenes IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción animal sostenible III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. Matanzas, Cuba. 113 pp.

Goering, H. K.; P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agriculture Handbook #379, U.S.D.A. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. Consultado en línea el 19 de marzo de 2016.

González R., H.; F. O. Carrete C.; F. Meraz D. 2007. Cadena agroalimentaria bovinos carne en Durango: Diagnóstico y perspectivas demercado. Publicación Técnica Núm. 2. INIFAP- Campo Experimental Valle del Guadana. Durango, México. 128 p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1995. Anuario estadístico del estado de Durango. Edición 1995. México. Consultado en línea el 16 de marzo de 2016.

Londoño, H. F., 1993. Fundamentos de alimentación animal. CIPAV, Cali, Colombia. 129 pp.

Mass, P. J. 1977. Los encinos como fuente potencial de madera para celulosa y papel en México. Revista Ciencia Forestal en México 9: 39-58.

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

Mero, R.; Uden, P., 1998. Promising tropical grasses and legumes as feed resources in Central Tanzania. III: Effect of feeding level on digestibility and voluntary intake of four grasses by sheep. Anim. Feed Sci. Technol., 70 (1): 79-95

Nixon, K. C. 1993. The genus Quercus in Mexico. pp. 447-458 In: T. P. Ramamoorthy, R. BYE, A. LOT & J. FA, eds. Biological diversity of Mexico: origins and distribution. Oxford University Press, New York.

Olsen O., Kelsey G. (1997). Effects of protein. South Pacific. 18-23 p.

Owens, F. N.. Secrist, D.S.: Hill, W. J., y Gill D. R. (1998). Acidosis in cattle: a review. J Anim. Sci., 76;1, 275-286.

Peel, D.S.; R. J. Johnson; K. H. Mathews Jr. 2010. Cow-calf beef producción in México. Areport form the economic research service. USDA. USA. 24p.

Ramírez, O. R., L. Ramírez., G. Roque., F. López. 2002. Factores estructurales de la pared celular del forraje que afectan su digestibilidad. Ciencia UANL. 2:1405-1411.

Russell, J.B. and C.J. Sniffen. 1984. Effect of carbon-4 and carbon-5 volatile fatty acids on growth of mixed rumen bacteria in vitro. J. DairySci., 67: 987-996.

SAS. (2003). Statistical Analysis System. Users Guide: Statistics, SAS Institute, Inc. Cary, North Carolina, USA.

SIAP (2014). Servicio de información agroalimentaria y pesquera.

Valencia, A. S. 2004. Diversidad del género Quercus (Fagaceae) en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 75: 33- 53.

Yousef, M. & Rouzbehan, Y. 2008. Characterization of *Quercus persica, Quercus infectoria* and *Quercus libani* as ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Tech. 140:78Van Soest, P.J. 1994. Nutricional Ecology of the Ruminant. Second Ed., Ithaca, N. Y. Cornell University Press. London.

Williams, P.E.V., Macdearmid, A., Innes, G.M., Brewer, A.1983 Turnips with chemically treated straw for beef production. 2. Effect of turnips on the degradability of straw in the rumen. Anim. Prod. 37:189.

EFICIENCIA ALIMENTICIA DE TORETES SIMMENTAL ALIMENTADOS CON ENSILADO DE SORGO DULCE HÍBRIDO EN DURANGO, MÉXICO

Reveles Saucedo Fanny Olivia[1*], Carrete Carreón Francisco Oscar[1*], Rosales Serna Rigoberto[2], Gallegos de la Hoya Mayela Patricia[1] y Toca Ramírez José Asunción[1]

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango-El Mezquital km 11.5. Tel. (618)818-9932. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Durango-El Mezquital km 4.5. Durango, Dgo. C. P. 34170. Tel. (618)826-0426. *fannyors@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Dos terceras partes del costo total de producción de carne de bovino están relacionadas con la alimentación de los animales, por lo que cualquier estrategia que mejore la eficiencia en la utilización de los alimentos, puede mejorar significativamente la viabilidad económica de las empresas ganaderas (FZE-UACH, 2013). La eficiencia alimenticia (EA) describe la relación producto obtenido por alimento consumido, por lo que se determina principalmente por el nivel de consumo. Así, animales del mismo peso con menores requisitos de mantenimiento, serán mejores convertidores, toda vez que menor proporción del alimento ingerido será utilizado por el animal para cubrir estos requerimientos, quedando una mayor proporción para los aspectos productivos como la síntesis de leche o carne (Monsalve, 2016). Los valores de EA derivan indicadores no solo para evaluar el resultado una vez finalizado el periodo de engorda, sino también para la toma de decisiones durante el mismo. Algunos indicadores conocidos son la relación de costos entre el alimento y el aumento de peso vivo alcanzado, la cantidad de alimento que se podría adquirir por el valor de un kilogramo de animal terminado, ó la diferencia entre los ingresos por producción y los costos directos generados por día (Mac Loughlin, 2013). Las mejoras que también se puedan lograr en la EA incluyen mitigar el impacto ambiental de la ganadería mediante la reducción de la excreción de nutrientes y emisiones de metano. Por todos los beneficios antes mencionados, la adopción de tecnologías y estrategias que incrementen la habilidad genética de los rumiantes para mejorar la EA, sin duda, contribuirá en la satisfacción de futuras demandas de proteína de origen animal de forma ambientalmente sostenible (FZE-UACH, 2013, Altagenetics, 2016). Dentro de las estrategias utilizadas por los investigadores, es la búsqueda de ingredientes subutilizados, siendo la EA un parámetro de suma utilidad para evaluar el efecto nutricional y económico de ingredientes alimenticios alternativos. El INIFAP – Durango, ha obtenido variedades de sorgo dulce híbrido TOM3 y Lico (Rosales *et al.*, 2010). Estas variedades han superado a híbridos comerciales en producción de forraje, potencial para producción de etanol (Reveles *et al.,* 2010) y porcentaje de digestibilidad

in vitro (Rosales *et al.,* 2012). Aunque ha habido avances, falta la evaluación de estos híbridos de sorgo sobre el comportamiento productivo en ganado bovino. Por lo que el objetivo de este trabajo fue obtener la eficiencia alimenticia de toretes Simmental alimentados con ensilado de sorgo dulce híbrido en el Estado de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, ubicada en Km 11.5 Carretera Durango-El Mezquital. Sus características geográficas son: latitud norte 24º 10´ 00´´ y longitud este 104º 40´00´´. Altitud de 1890 msnm. Clima tipo BS1(w) (e) que corresponde a templado seco, con lluvias en verano (INEGI, 2008).

Se utilizaron 12 toretes de raza Simmental con peso inicial promedio de 298.97 kg (± 17.21), alojados en corraletas individuales (6 X 3 m), durante 15 días de adaptación a las dietas y 103 días de experimentación (30 de junio al 10 de noviembre de 2012). Al inicio del experimento los toretes fueron vacunados y desparasitados. Los animales se pesaron en ayunas al inicio y finalización de la etapa de adaptación y posteriormente, cada 14 días, hasta finalizar el periodo de estudio.

En septiembre de 2011 dentro de las Instalaciones del INIFAP-Dgo., se cosecharon 20 toneladas de sorgo dulce variedades TOM 3 y LICO y 25 toneladas de maíz para la elaboración de los ensilados. Se evaluaron cuatro dietas (tratamientos: Tr) en tres niveles (correspondientes a tres etapas de engorda: inicial, desarrollo y finalización), siendo el Tr 1: ensilado de maíz (EMZ) + pasta de canola (PCAN) (tratamiento testigo); Tr 2: EMZ + grano seco de destilería (GSD); Tr 3: ensilado de sorgo dulce híbrido (ESH) + PCAN; Tr 4: ESH + GSD. Las etapas de alimentación se describen en el Cuadro 1. Las dietas fueron isonitrogenadas e isoenergéticas y fueron calculadas en base a la composición química de los ingredientes y a los requerimientos de toretes en crecimiento, usando el programa Complete Beef Cattle Ration Calculator (2002). La cantidad total diaria a servir por becerro, se dividió en dos raciones preparadas en base al 3% en MS del PV del animal y alimento rechazado en el día anterior. Diariamente se colectaron rechazos de alimento.

Cuadro 1. Composición de la dieta integral (en base a materia seca).

Ingrediente/Etapa de alimentación	T 1 Dieta 1 (%)	T 2 Dieta 2 (%)	T 3 Dieta 3 (%)	T 4 Dieta 4 (%)
Etapa 1 60 % Forraje 40 % Concentrado				
Ensilado de Maíz	30	30	0	0
Ensilado de Sorgo dulce híbrido	0	0	30	30
Heno de Alfalfa	30	30	30	30
Pasta de Canola	10	0	10	0
Grano Seco de Destilería	0	10	0	10
Harinolina	0	3	0	3
Maíz Rolado	29	26	29	26
Calcio	1	1	1	1
Etapa 2 50 % Forraje 50 % Concentrado				
Ensilado de Maíz	25	25	0	0
Ensilado de Sorgo dulce híbrido	0	0	25	25
Heno de Alfalfa	25	25	25	25
Pasta de Canola	8	0	8	0
Grano Seco de Destilería	0	8	0	8
Harinolina	0	1.5	0	1,5
Maíz Rolado	41	39.5	41	39.5
Calcio	1	1	1	1
Etapa3 40 % Forraje 60 % Concentrado				
Ensilado de Maíz	20	20	0	0
Ensilado de Sorgo dulce híbrido	0	0	20	20
Heno de Alfalfa	20	20	20	20
Pasta de Canola	11.5	0	11.5	0
Grano Seco de Destilería	0	11.5	0	11.5
Harinolina	0	2.5	0	2.5
Maíz Rolado	47.5	45	47.5	45
Calcio	1	1	1	1

T: tratamiento

Los análisis químicos para la caracterización de los ingredientes y de las dietas, se realizaron por triplicado de acuerdo a los métodos descritos por la A.O.A.C (1995). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2 x 2 (dos tipos de ensilado por dos tipos de concentrado). El factor de bloqueo fue el peso inicial de los toretes. El modelo matemático del diseño utilizado quedó de la siguiente manera:

$Yijk= \mu + A_i + B_j + (A*B)_{ij} + Bl_k + E_{ijk}$ Donde: Yijk: Variable respuesta; μ: Media general; A_i: Efecto del factor A (ensilado de maíz, ensilado de sorgo híbrido); B_j: Efecto del factor B

(concentrado a base de pasta de canola, concentrado a base de GSD); $(A*B)_{ij}$: Efecto de la interacción A*B; Bl_k: Efecto de bloque; E_{ijk}: Error aleatorio. El análisis de varianza se obtuvo con la utilización del comando GLM del programa estadístico SAS (2003) y la comparación de medias mediante la DMS.

Para fines del presente trabajo, se reporta el efecto del tipo de ensilado utilizado, sobre la eficiencia alimenticia calculada a partir de los datos de consumo de materia seca día^{-1} y ganancia diaria de peso de los toretes Simmental incluidos en la prueba de comportamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos del consumo de MS por día y la ganancia diaria de peso, se calcularon las eficiencias alimenticias obtenidas por los 12 toretes Simmental evaluados. Estos resultados se resumen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Efecto del ensilado sobre la conversión alimentaria, aumento total de peso, ganancia diaria de peso (kg).

Ingrediente	Eficiencia alimenticia	Consumo de MS por día	Ganancia diaria de peso	Ganancia de peso total
Ensilado de maíz	0.17[a]	9.83[a]	1.67[a]	172.15[a]
Ensilado de sorgo híbrido	0.17[a]	10.10[a]	1.73[a]	177.75[a]

Medias dentro de las columnas con diferente literal son distintas (P<0.05).

El modelo estadístico utilizado en el presente estudio permitió conocer el efecto del peso vivo inicial (factor de bloqueo) de los toretes bajo estudio, así como el efecto producido por la interacción entre las dietas con los ingredientes evaluados. El modelo también facilitó analizar estadísticamente el efecto individual del forraje utilizado (factor forraje), en este caso ensilado de sorgo híbrido con respecto al ensilado de maíz tradicionalmente utilizado en la región.

En este estudio no se encontraron efectos diferentes significativos (p<0.05) sobre el consumo de materia seca por día (CMS), aumento total de peso (ATP) ni ganancia diaria de peso (GDP). Estos datos se utilizaron para calcular matemáticamente la eficiencia alimenticia (EA), variable que tampoco presentó diferencias estadísticamente significativas entre sí (p<0.05).

En la información aquí reportada, se puede observar que el aumento total de peso de los toretes alimentados con ensilado de maíz fue en promedio 172.15 kg por torete, mientras que los animales alimentados con ensilado de sorgo de variedad mejorada, alcanzaron en

promedio 177.75 kg, valor mayor pero estadísticamente no diferente ($p<0.05$). Efecto similar se observó en la ganancia diaria de peso lograda por los toretes, aquellos que se alimentaron con ensilado de maíz aumentaron en promedio 1.67 kg por día, valor menor pero estadísticamente similar ($p<0.05$) al 1.73 kg de peso aumentado diariamente por los animales que consumieron ensilado de sorgo híbrido. Este mayor aumento en peso, pudo deberse al mayor consumo de materia seca por día que tuvieron los animales alimentados con el ensilado de sorgo (10.10 kg por día) lo que sugiere una mejor palatabilidad.

Consecuentemente a los datos anteriores, la EA no presentó diferencias estadísticas ($p<0.05$) a causa del tipo de ensilado utilizado. Estos resultados indican que por cada kg de alimento consumido, los toretes aumentaron 170 g de peso corporal, siendo esta la eficiencia alimenticia. En otro sentido, los toretes tuvieron que consumir 5.89 kg de dietas a base de ensilado de maíz para poder aumentar un kg de peso corporal. Dicha EA fue estadísticamente similar a la obtenida por aquellos toretes que consumieron 5.86 kg de dietas a base del ensilado de sorgo híbrido para obtener un kg de peso corporal y una eficiencia alimenticia similar (0.17 kg).

Como seguimiento de la evaluación nutricional de estos híbridos de sorgo, los resultados previos de su utilización en la alimentación de toretes Simmental, aquí presentados, proporciona información novedosa en cuanto a su efecto sobre el comportamiento productivo de ganado bovino productor de carne. Estos valores aún no pueden ser discutidos hasta que hayan sido concluidos estudios similares con este tipo de plantas. No obstante, otra ventaja a favor de la utilización de estos híbridos de sorgo, es el potencial de esta planta para producir altas cantidades de forraje que pueden variar de 75.1 a 85.6 toneladas ha^{-1} (Rosales *et al.,* 2012).

CONCLUSIONES

Con los valores previos de EA obtenidos en el presente trabajo, favorecen la utilización de esta planta híbrida adaptada a la región como una muy buena opción para la alimentación animal.

BIBLIOGRAFÍA

Altagenetics. 2016. Eficiencia alimenticia. Consultado en Junio de 2016. http://web.altagenetics.com/espanol/DairyBasics/Details/7863_Eficiencia-Alimenticia-EA.html

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, VA. Consultado en línea el 14 de diciembre de 2009.

Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua (FZE-UACH). 2013. Búsqueda de alternativas para la producción de carne de bovino con eficiencia.1-2 pp. Consultado en Julio de 2016. http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/8/2013/anuales/anu_1162-6-2014-05-1.pdf

Mac Loughlin, R.J. 2013. Conversión alimenticia como herramienta de decisión durante los engordes de bovinos. Impacto sobre los precios de venta y el resultado económico. Trabajo presentado en: VII Congreso de Conservación de Forrajes y Nutrición. Octubre 3 y 4 de 2013. Rosario. Argentina. Sitio Argentino de Producción Animal.

Monsalve, C.L.M. 2016. Lección Evaluativa 1 en: Prácticas básicas para la producción bovina. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. UNAD. http://datateca.unad.edu.co/contenidos/320013/Actividad_4_leccion_1.pdf

Reveles, S.F.O., R. Rosales S.; C.A. Nava B.; E. Delgado L.; E.I. Cuéllar R.; F.O. Carrete C.; J.C. Ríos S. 2010. Identificación de especies vegetales con potencial para la producción de biocombustibles líquidos en Durango, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 1: 45-54.

Rosales, S.R., O.G. Núñez M, C.A. Nava B, G. Acosta L, R. Jiménez O, E.I. Cuéllar, R. 2010. Rendimiento forrajero y contenido de sacarosa en variedades de sorgo cultivadas en Durango, México. En: Memoria de la XXII Semana Internacional de la Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México. 533-538 pp.

Rosales, S.R., C. Núñez O, C.A. Nava B, R. Jiménez O, E.I. Cuéllar R, E. Herrera T, F. Mercado J. 2012. Calidad forrajera e industrial de variedades de sorgo cultivadas en Durango, México. En: 2a. Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción animal. Mesa de trabajo: pastizales y forrajes. 28 de agosto - 1º de septiembre. Zacatecas, Zac., México. 177-182 pp.

SAS 2003 SAS User's Guide (Release 9.1): SAS Inst., Inc., Cary, NC.

EFECTO DEL CICLO LUNAR SOBRE LA PRESENTACIÓN DE PARTOS EN BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE

Gallegos H.M.P., Malacara S.F.M., Toca R.J.A., Saucedo Q.J.S., Reveles S.F.O.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carr. Durango-Mezquital Km 11.5 Durango, Dgo. e-mail: mayelapat@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El efecto de la luna sobre algunos eventos biológicos de varios organismos, ha sido a través de los años motivo de curiosidad, superstición y de interés científico, aún en la pragmática y científica sociedad actual (Stern *et al*., 1988; Riko *et al*., 2014). Con frecuencia se asume que la luna llena está asociada a los índices de concepción, nacimientos y muertes (Saswata *et al*., 2012; Gans y Leigh, 2015). Las células de los mamíferos parecen tener relojes biológicos internos (Ryotaro, *et al*., 2010); se conocen tres componentes principales de marcadores del organismo: 1.- las señales de entrada, como la luz por el ojo o factores hormonales para los tejidos periféricos; 2.- el mecanismo del reloj en sí y 3.- la acción de genes. Popularmente, se cree que el cambio de la fase de la luna influye en el momento en que se producen los partos (Mirás y cols., 2003) y en algunas otras prácticas en los animales, como el descorne y la castración; esta creencia tiene sus particularidades culturales y geográficas. Riko *et al.,* (2014) comentan que la mayoría de los organismos tienen relojes biológicos para sincronizar su fisiología con los ciclos medioambientales y que el ciclo circadiano es importante para anticipar los cambios diarios respecto al ambiente y que se cree que algunos animales muestran respuestas reproductivas en sincronía con la fase lunar en periodos de 29.5 días aproximadamente. No obstante, reportan no haber encontrado influencia de la fase lunar en los índices de gestación y presentación de partos en la población rural de la India. Las diferencias en el magnetismo terrestre, la alteración de los niveles de melatonina producida por las variaciones en la iluminación lunar, las “mareas” provocadas por la fuerza de gravitación en el líquido amniótico han hecho pensar en el posible efecto de la luna sobre la presentación de los partos; de acuerdo a las leyes de la física, la única posibilidad es la gravedad. Se manejan tres teorías para explicar la relación entre las fases lunares y la ruptura espontánea de las membranas fetales y por lo tanto, el desencadenamiento de la labor de parto: la 1ra es la “teoría de la marea biológica” que considera que por la composición del organismo (70% de agua) puede ser influenciado por la luna. La 2da, establece que los cambios de presión barométrica pueden afectar el comportamiento del organismo y el inicio de trabajo de parto y la 3ra, establece que el efecto se da directamente en el tiempo de la concepción ya que marca

cambios en el comportamiento reproductivo (Stern *et al*., 1988; Yarcin y cols., 2013). Se ha reportado que un 87,2% de los partos se iniciaron fuera de los días exactos de una fase; el 3,6% coincidió con el día exacto de luna llena, el 3,4% con el cuarto menguante, el 3% con el cuarto creciente y el 2,9% con la luna nueva; no constatan influencia lunar en ninguna de las fases sobre el desencadenamiento del parto (Saiz, 2009). Se ha establecido que las fases lunares no influyen en la presentación del parto entre la frecuencia de nacimientos, ruta del parto, tipo de parto (sencillo o múltiple) o complicaciones en el parto y las fases lunares (Arliss *et al*., 2005) ni en las vacas lecheras (Caballero, 2003); sin embargo, los cambios conductuales y signos nerviosos que provocan los ritmos lunares, pueden influir claramente en las vaquillas gestantes acentuando variaciones hormonales y provocando el parto, por estimulo del eje hipotalámo-hipofisiario-suprarrenal fetal y las secreciones de oxitocina, relaxina, prostaglandinas y neurohormonas (Zimecki, 2006), aunque los mecanismos que influencian estos cambios no han sido bien establecidos, el estudio de biorritmos en animales de laboratorio, continúan. Por las diversas opiniones sobre el tema, el objetivo de este trabajo fue establecer si la incidencia de partos en bovinos lecheros se ve influenciado por las fases de la luna.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en cuatro establos de vacas Holstein: E1) Establo ubicado en el Valle del Guadiana, Durango a una latitud de 23º 57' 23.85" N, longitud 104° 34' 02.11" O, altitud de 1877 msnm. Clima semiseco templado (Bs1k). Temperatura promedio: de 18 a 22 ºC (CEVAG, 2015). Precipitación pluvial es de 513.3 mm, humedad relativa 14%; de donde se obtuvo información de los registros de 428 partos. E2) Establo ubicado el municipio de Torreón de Zaragoza a una latitud de 25º 32' 40" N, longitud 103° 26' 31" O, altitud de 1128 msnm. Con un clima subcálido BW (CEVAG, 2015), precipitación pluvial <400 mm, con temporada de lluvia de junio a septiembre donde ocurre el 54% de la lluvia media anual, de donde se registraron 260 partos. E3) Establo ubicado en el Ejido Nuevo León, Mexicali BC de donde se obtuvo información de los registros de 392 partos y E4) Establo ubicado el municipio de Torreón de Zaragoza con las mismas condiciones orográficas que el E2, de donde se obtuvo la información de 2168 partos. Mediante estadística no paramétrica (ji cuadrada) se analizó la incidencia de partos de acuerdo al ciclo lunar, el efecto de la época se determinó con un ANOVA y la diferencia entre las medias se estableció con una prueba Tukey (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontró diferencia (P<0.05), entre establos en la incidencia de partos por fase lunar, en el cuadro 1, se observa la presentación de partos en los cuatro establos al día exacto del cambio de fase; la fase de cuarto creciente (C) fue diferente (P>0.05) a la fase de luna llena (LL), cuarto menguante (M) y luna nueva (N).

Cuadro 1. Incidencias de partos en bovinos Holstein durante cada fase lunar (día cero a día 7) y días al cambio de fase en cuatro establos de vacas Holstein.

Fase de la luna	Partos	Días al cambio de la fase lunar	Partos
N	80[a]	-4	6.4[b]
LL	92[a]	-3	8.7[b]
M	85[a]	-2	13.4[a]
C	100[b]	-1	11.0[ab]
		0	15.1[a]
		1	16.2[a]
		2	13.1[ab]
		3	12.6[b]
		4	3.3[c]

Literales diferente en columna, indican P< 0.05

En cuanto a la frecuencia en la presentación de partos, 85% de estos ocurrió fuera de los días exactos de una fase lunar (Cuadro 1 y Figura 1); 15.1% coincidió con el día exacto de cambio de fase, 24.4% de los partos ocurrieron de uno a dos días antes del cambio de fase, y el 29.3% ocurrió de uno a dos días después. No se encontró diferencia entre fase lunar y la incidencia de parto (P>0.05,) entre establos. En general, en la fase de luna nueva cuya duración es de 8 días, ocurrió el 22.4% (80/357) de partos, cuarto creciente (duración 7 días con 9 hr.) 28.0% (100/357), luna llena (duración 7 días con 9 hr) 25.7% (92/357) y cuarto menguante (duración 7 días con 9 hr) 23.8% (85/357) no hubo diferencia (P< 0.05) entre las fases de la luna (Cuadro 1). Independiente de la fase lunar, la incidencia de partos fue mayor tres días antes del cambio de fase (41.9%) y donde hubo menor número de partos, fue cuatro días después del cambio de fase lunar (6.4%). El 15.1% del total de los partos ocurrieron exactamente el día de cambio de la fase lunar (Figura 1). Por lo tanto, más que la fase lunar son importantes los días previos o posteriores a los cambios de la fase lunar (Soto y cols., 2007). Existen reportes de que las fases lunares no influyen en la presentación del parto de las vacas lecheras (Ryotaro *et al.,* 2010), pero si se ha encontrado efecto entre días anteriores o posteriores al cambio de fase lunar; ante lo cual se considera que la presión atmosférica de la luna llena (31.5 mph) tenga alguna influencia, ya que cuando ésta presión disminuye, aumenta la incidencia de partos. No se

encontró un efecto lunar en el desencadenamiento del parto en función de la paridad (Saiz, 2009; Soto y cols., 2007).

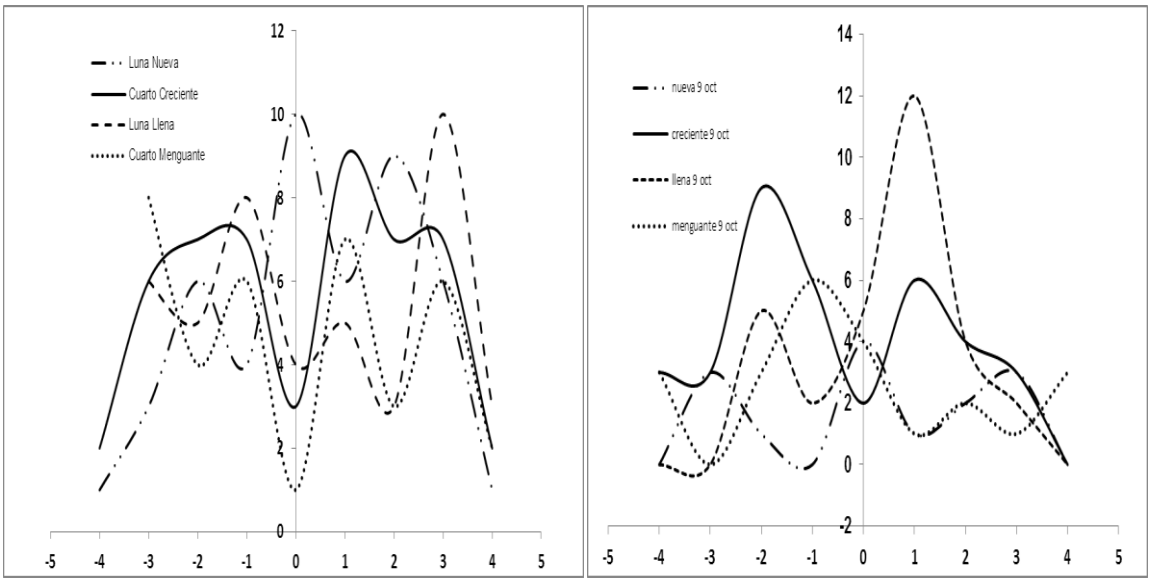


Figura 1. Incidencia (izq.) y frecuencia (der.) de partos previo y después del cambio de fase lunar (0 = cambio de fase lunar), en vacas Holstein

CONCLUSIONES

El análisis de datos de cuatro establos de bovinos productores de leche, demostró que no hay influencia predecible entre el ciclo lunar y la incidencia de partos entre establos. En este caso, los partos coinciden con los días previos y después del cambio de fase, es probable que el manejo de cada hato influya en la incidencia de partos, dado que la distribución de los mismos es diferente en cada establo. Es importante también hacer notar, que las condiciones geográficas son distintas, por lo que cabe pensar en la influencia de los factores climáticos también. Finalmente en este estudio, la influencia de la fase lunar sobre la incidencia del parto en bovinos, no se sustenta en evidencias.

BIBLIOGRAFÍA

Arliss JM, Kaplan EN, Galvin SL. 2005. The effect of the lunar cycle on frequency of births and birth complications. Am J. Obstet Gynecol. 192(5):1462-4

Caballero de la Calle, JR. 2003. Influencia estacional y de las fases lunares sobre la duración de la gestación en novillas de la raza de lidia.VI Simposyum del Toro de Lidia. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, España.

CEVAG. 2015. Estación meteorológica Valle del Guadiana. Durango, Dgo.

Gans Josua S and Andrew Leigh. 2015. Does the Lunar Cycle Affect Birth and Deaths?. J. of Articles in Support of the Null Hypothesis. 11 (2) 31-35

Mirás Calvo David, Miguel Ángel Mirás Calvo, Belén Sánchez Rodríguez, Estela Sánchez Rodríguez. 2003. Influencia de las fases de la Luna en los nacimientos: hechos y creencias. VI Congreso Galego de Estadística e Investigación de OperaciónAMS: 62P10. Vigo, España.

Riko Toda, Keiko Okano, Yuki Takeuchi, Chihiro Yamauchi, Masato Fukushiro, Akihiro takemura and Toshiyuki Okano. 2014. Hypothalamic Expression and Moonlight-Independente Changes of Cry3 and Per4 Implicate their Roles in Lunar Clock Oscillatorso of the Lunar-Responsive Doldlined Spinefoot. PloS One. 9(10):109-119 doi: 10.1371/journal.pone.0109119

Ryotaro Wake, Takuya Misugi, Kenei Shimada and Minoru Yoshiyama. 2010. The effect of the gravitation of the moon on frequency of birhts. Environ Health Insights. 4:65-69

Saiz Puente Ma. S. 2009. Influencia de las fases lunares en el inicio de los partos espontáneos. Matronas Prof. 10(2):20-24.

SAS. Statistical Analysis System ver. 9. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. USA.

Saswata Bharati, Malay Sarkar, Partha Sarathi Haldar, Swapan Jana, Subrata Mandal. 2012. The effect of the lunar cycle on frequency of births: A restrospective observational study in Indian population. Short Communication. Indian Journal of Public Health. 56(2):152-154

Soto Herrero V, Postigo López P, Rubio Cava J, Ruda Maiquez A, Bru Espín C, Castellón Caicedo A. 2007. Influencia de las fases lunares en el inicio del parto, en el hospital universitario virgen de la Arrixaca. Enfermería Global. No. 11 p 1-7 ISSN 1695-6141

Stern EW, Glazer GL, Sanduleak N. 1988. Influence of the full and new moon on onset of labor and spontaneous rupture of membranes. J. Nurse Midwifery. 33(2):57-61.

Yarcin Mamani Ortiz, Roberto Israel Caero Suarez, Enrique Gonzalo Rojas Salazar, María del Carmen Choque Ontiveros. 2013. Influencia lunar y barométrica sobre los partos y la rotura espontanea de membranas en parturientas del hospital materno infantil German-Urquidi. Gac Med Bol. 36 (1): 31-34

Zimecki M. 2006. The lunar cycle: effects on human and animal behavios and physiology. Postepy Hig Med Dosw. 60:1-7

CONTENIDO DE NITRÓGENO AMONIACAL Y pH EN NOVILLOS SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES ADITIVOS.

***Hernández MB[1], Murillo OM[2], Herrera T E[2], Malacara SFM[1], Torres F K[1].**

[1] Alumna de la Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del estado de Durango. [2] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. *e-mail: brendafmvz90@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La suministración de aditivos alimenticios en las dietas de ganado bovino de engorda que se realiza con el fin de incrementar las ganancias de peso y la conversión alimenticia, eficiencia en la producción y el desempeño del animal. Entre los principales aditivos alimenticios que se utilizan en dietas para ganado en engorda intensiva se encuentran: ionóforos, levaduras, enzimas fibroliticas y más recientemente los sustratos glucogénicos (Murillo *et al*., 2001).los sustratos glucogénicos promueven la generación de glucosa a partir de la gluconeogénesis. La glucosa es la fuente de energía para la mayoría de las células, la utilizan para cubrir las súbitas demandas de energía de un organismo (Livas *et al*, 2013). En bovinos en corral de engorda, encontraron con la adición de propanodiol (sustrato glucogénico) a la dieta, ganancias diarias de peso 2.04 Kg y tasas de conversión alimenticia 6.4 Kg. En un estudio realizado por Saldaña y colaboradores en el 2014 en vaquillas en corral de engorda encontraron ganancias diarias de peso en promedio de 1.215 Kg y conversiones alimenticias de 6.67 Kg con la adición de propanodiol. La concentración de N-NH3 es esencial para el crecimiento microbiano, principalmente para las bacterias celulolíticas.Tanto en estudios in vitro como in vivo, este compuesto ha demostrado ser el principal nutriente nitrogenado necesario para el crecimiento de los mo del rumen. (Van Soest, 1994).El pH ruminal interfiere en la absorción del NH3 producido en el rumen; cuanto más alcalino el pH ruminal (superior a 7.5) mayor es la velocidad de absorción, debido a la mayor conversión de NH4+ en NH3, que es liposoluble y fácilmente absorbido por la pared ruminal.1,6 Valores de pH inferiores a 6.7, como sucede en animales alimentados con dietas de moderado a alto contenido de carbohidratos no estructurales, incrementan la formación de NH4+, el cual es hidrosoluble y, consecuentemente, presenta una lenta absorción ruminal (Noro y Wittwer, 2011). Por lo anterior, el objetivo fue evaluar el efecto de un sustrato glucogénico en la concentración de nitrógeno amoniacal y pH en la dieta en bovinos de engorda.

MATERIALES Y MÉTODOS

La prueba metabólica y el análisis de laboratorio se realizó en Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en las instalaciones del Laboratorio de Posgrado de la Universidad Juárez del

estado de Durango ubicada en el km 11.5 de la carretera Durango-Mezquital a 23 º 51' N y 104 º 15' O a 1730 msnm (INEGI, 2004). Para el estudio se emplearan 4 animales fistulados de rumen con un peso promedio de 700 kg ±100, los cuales están alojados en corraletas individuales de 6 X 16 m provistas de bebederos y comederos individuales. Los animales se alimentaron con cuatro dietas experimentales que se muestran en la tabla 1. Las dietas fueron isoenergéticas e isoproteícas y balanceadas de acuerdo a los requerimientos nutricionales de novillos (NRC, 2000). Los animales se alimentaron con una dieta restringida dos veces al día (9:00 y 15:00 h), pesando los rechazos diariamente.

Cuadro 1.Composición de la dietas y tratamientos experimentales

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Heno de alfalfa (%)	15.0	15.0	15.0	15.0
Heno de avena (%)	15.0	15.0	15.0	15.0
Harinolina (%)	20.0	20.0	20.0	20.0
Maíz rolado (%)	47.0	47.0	47.0	47.0
Mezcla mineral (%)	1.0	1.0	1.0	1.0
Carbonato de calcio (%)	2.0	2.0	2.0	2.0
Monensina g)[a]	0	2	0	0
Levadura (g)[b]	0	0	10	0
Sustrato glucogénico (g/a/d)[c]	0	0	0	20
Composición Nutricional (% BS)				
PC	17.2	17.2	17.2	17.2
EE	3.0	3.0	3.0	3.0
FDN	25.5	25.5	25.5	25.5
Ca	1.18	1.18	1.18	1.18
P	0.45	0.45	0.45	0.45

PC = proteína cruda, EE= Grasa, FDN = Fibra detergente neutro, Ca= Calcio, P= fosforo

Diseño experimental, obtención y manejo de las muestras

Se dividió en 4 periodos experimentales de 11 días cada uno, de los cuales 10 días fueron de adaptación a la dieta y 1 día de muestreo, Se tomaron muestras de líquido ruminal de cada uno de los becerros a las 0, 4, 8 y 12h para, posteriormente ser filtradas. Se dividieron en dos sub muestras de 50ml cada una. La muestra destinada para la determinación de nitrógeno

amoniacal se determinó de acuerdo a los procedimientos propuestos por Galyean (1997) por colorimetría con un espectrofotómetro Thermo Sceintific (Genesys 10S VIS). Se analizó el pH del líquido ruminal con un potenciómetro Hanna Hi 991300 /ec/tds y se analizaron con un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 4x4 utilizando los procedimientos del paquete estadístico MIXED SAS (2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interacción tratamiento por tiempo fue significativa para la concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH3) ($P<0.05$; Cuadro 2). Las mayores concentraciones se presentaron a las 0 h en el T2, además la inclusión de monensina promovió un incremento del 20% de N-NH3 con respecto al T1 a las 0 h, mientras que, a las 12 h se observó un aumento del 11.98%.

Cuadro 2. Medias mínimas cuadráticas de las concentraciones de nitrógeno amoniacal y pH en novillos suplementados con diferentes aditivos

Tiempo; h	T1	T2	T3	T4	EE
			N-NH_3		
0	6.87[a]	8.25[a]	4.02[b]	4.68[b]	2.11
4	6.13[a]	4.12[a]	5.36[a]	4.32[a]	2.11
8	4.15[a]	5.19[a]	8.05[a]	6.79[a]	2.11
12	6.50[b]	12.98[a]	11.07[a]	8.05[a]	2.11
			Ph		
0	7.14	7.46	7.40	7.41	0.13
4	6.75	6.94	7.08	6.87	0.13
8	6.73	6.96	6.99	6.76	0.13
12	6.59	7.19	7.18	6.74	7.17

[ab] Medias dentro de las hileras con distinta literal son diferentes.

La disminución en la concentración de N-NH_3 observada a las 4 h de muestreo en el T2 se puede atribuir a la función de la monencina, la cual interfiere en la actividad proteolítica provocando una menor degradabilidad ruminal de la proteína (Bergen y Bates, 1984).De acuerdo con Satter y Slyter (1973) el nivel mínimo de N-NH3 ruminal para un adecuado crecimiento microbiano es de 5 mg/dl. En este estudio a las 4 h con la adición de monencina, se observó una concentración de N-NH3 menor a esta concentración. Mientras que con la adición de levadura se registró un incremento en la concentración de N-NH3. Este aumento se puede atribuir a un incremento en la proteína degradable (Rodríguez et al, 2010) por acción de la

levadura. Por otro lado, Carrillo *et al*., (2016) reportaron concentraciones de N-NH3 a las 4 y 8 h (2.04 y 2 .59 mg/dl) con la adición del sustrato glucogénico menores a las registradas en este estudio.

En el pH no se presentaron interacciones (P>0.05) aditivo por tiempo de muestreo. Sin embargo, el tiempo afecto los valores de pH (P<0.05, Cuadro 2), lo cual se podría explicar por el tipo de bacterias que se propagan y por la velocidad de absorción de AGV (Carrillo *et al*, 2015). Además, la velocidad de absorción de AGV es otro factor que también pudo haber influido en la estabilidad del pH (Khorrami *et al,* 2015).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que la adición de los diferentes aditivos disminuyó la concentración de N-NH_3 con lo cual se disminuye la desaminacion y degradación de proteínas en el rumen.

BIBLIOGRAFÍA

Carrillo JD, Murillo M, Reyes O y Herrera E. 2016. Efecto en la fermentación ruminal de becerros de un precursor glucogénico. Memoria del congreso internacional del AMPA.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.2004. Cuaderno Estadístico Municipal Durango. Estado de Durango.

Bergen WG, Bates DB (1984) Ionophores: their effect on production, efficiency an mode of action. J. Anim. Sci. 58:1465-1883.

Keim JP and Anrique R. 2011. Nutritional strategies to improve nitrogen use efficiency by grazing dairy cows. Chilean Journal Of Agricultural Research, 71(4), 623-633.

Khorrami B, Vakili AR, Danesh M and Klevenhusen F. 2015. Thyme and cinnamon essential oils: Potential alternatives for monensin as a rumen modifier in beef production systems. Animal Feed Science and Technol.

Livas CF, Torillo P J y Mireles ORJ. 2013. Comparación de 2 niveles de un sustrato gluconeogenico en la engorda de toretes estabulados en el trópico seco de Veracruz, México. Memorias del XXXVIII Congreso Nacional de Buiatría.

Murillo OM, Cervantes J, Castro HL, Sánchez F, Vázquez SV y Zinn R. 2001. Efecto de Fibrozyme sobre la digestión ruminal y flujo postruminal de la fracción fibra en dietas de bovinos de carne. En: Biotecnología en la Industria de la Alimentación Animal. Alltech (ed) V VIII.

Noroa MP, Sepúlvedab F, Cárdenasa RH, Chihuailafa F y Wittwera.2013.Rumenocentesis dorso medial: un procedimiento seguro para la obtención de líquido ruminal en vacas lecheras a pastoreo

Nutrient Requeriments of Beef Cattle. 2000. Seventh Revised Editition. National Academy Press. Washington, D.C.

Rodríguez MC, Aguirre E, Salvador F, Ruiz O, Arzola C, La O O y Villalobos C. 2010. Producción de gas, ácidos grasos volátiles y nitrógeno amoniacal in vitro con dietas basadas en pasto seco. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba. vol. 44, núm. 3, pp. 251-259

Russel JB and Wilson DB. 1996. Why are ruminal celluloltyc bacteria unable to digest cellulose at low pH. J. Dairy. Sci. 79:1503

SAS. 2009. SAS User´s Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.

Schelling GT. 1984. Monensin mode of action in the rumen. Journal Anim. Sci. 58: 1518-1527.

Setter LD and Slyter LL. 1973. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. Nutrition Institute, ARS, USDA, Beltsville, Maryland, USA.

Van Soest, P.1994. Nutritional ecology of the ruminant. Second Edition. Cornell University Press, Ithaca, New York.

EFECTO DEL RANGO SOCIAL SOBRE LA INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD ESTRAL EN CABRAS ANOVULATORIAS TRATADAS CON PROGESTERONA INTRAMUSCULAR MÁS eCG

[1]Zúñiga García Santiago, [1]Rodríguez Martínez Rafael, [2]Carrillo Castellanos Evaristo, [1]Veliz Deras Francisco Gerardo

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Posgrado en Ciencias en Producción Agropecuaria, Torreón, Coahuila, México. [2]Instituto Tecnológico de Torreón, Torreón, Coahuila, México. velizderas@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

Algunos mamíferos manifiestan un período de estacionalidad reproductiva, con el objetivo de seleccionar la época del año más favorable para sus partos (Bronson y Heideman, 1994). En este sentido, las diferentes razas caprinas tienen la capacidad de reprimir su comportamiento reproductivo, un ejemplo de ello, son las cabras de la Comarca Lagunera (26°N) que presentan un tiempo de inactividad sexual entre el mes de marzo al mes de agosto (Duarte *et al*., 2010). Lo anterior, ha ocasionado que los productos obtenidos de las cabras (la leche y el cabrito) se comporten también de manera estacional, disminuyendo las ganancias económicos de éste sector productivo (Delgadillo, 2011). Diversos trabajos científicos se han centrado para contrarrestar el efecto negativo de la estacionalidad reproductiva en los caprinos, tal es el caso de los protocolos a base de progesterona más eCG, que inducen efectivamente el estro y la ovulación en cabras anovulatorias (Contreras-Villarreal *et al.,* 2015). Sin embargo, algunos factores como las relaciones sociales podrían modificar la respuesta estral de las hembras caprinas a éstos tratamientos. En el caso de las cabras domésticas, no existen evidencias que describen la relación del rango social sobre la actividad estral de estos animales. En efecto, las investigaciones encontradas van dirigidas a explicar cómo influye el peso corporal, la presencia de cuernos y la edad, sobre el rango social. Con tal evidencia, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del rango social sobre la inducción a la actividad estral en cabras anéstricas, tratadas con un protocolo hormonal a base progesterona intramuscular más eCG.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Ejido Colón, Municipio de Francisco I. Madero, Coahuila, México, durante el mes de marzo de 2016. Se utilizaron 36 cabras anovulatorias de la raza Saanen, alojadas en un corral de 80 m^2. Además, fueron alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso y cada una de ellas recibió 200 gr de concentrado comercial por día (14% P). Para determinar el

estado anéstrico de las hembras experimentales, se utilizó un ultrasonido (Aloka 500, Richmond, Canadá) equipado con un transductor transrectal de 7.5 Mhz en los días -8 y -2 descritos en el protocolo hormonal (Figura 1). Para dictaminar una hembra anéstrica, no debió presentar cuerpos lúteos en ambos ovarios. El rango social de cada hembra se determinó del 07 al 13 de marzo de 2016. Para ello, se realizó el estudio conductual adaptado de Álvarez *et al.* (2010), que consiste en medir por 4 horas ininterrumpidas y por 7 días consecutivos las siguientes interacciones agonísticas:

- Golpes: cuando un individuo golpea, especialmente con la cabeza, a otro individuo. Esta agresión también puede incluir mordiscos.
- Amenazas: cuando un individuo hace intenciones de golpear a otro individuo, la amenaza puede ocurrir con la cabeza o con el tronco del cuerpo, pero sin alcanzarlo o tocar.
- Empujar: Cuando un individuo empuja con su cuerpo a otro individuo, pero sin golpearlo, con el fin de desplazarlo de un lugar determinado.
- Persecución: Conducta donde un individuo se mueve intencionalmente hacia otro animal provocando la huida en seguimiento de por lo menos tres metros.
- Huida: Cuando después de una amenaza, golpe o empuje, un individuo decide abandonar el lugar y huir de su contrincante.
- Evasión: Cuando un individuo, ante la amenaza de otro animal, decide abandonar el encuentro o la interacción.

Con la información obtenida del estudio conductual (las consecuencias de ganar o perder), se procedió a calcular el índice de éxito (IE) para cada hembra con la siguiente fórmula:

$$IE = \frac{\text{Número de individuos que es capaz de desplazar}}{\text{Número de individuos que es capaz de desplazar} + \text{Número de individuos que lo desplazaron}}$$

De acuerdo al IE obtenido de cada hembra, se determina el rango social con la siguiente relación:

- IE de 0 a 0.33, animales de rango bajo.
- IE de 0.34 a 0.66, animales de rango medio.
- IE de 0.67 a 1, animales de rango alto.

Una vez calculado el rango social de todas las hembras, se procedió a aplicar el tratamiento hormonal. El día 21 de marzo (día -1) a todas las cabras se les aplicó 25 mg de progesterona (Progesvit®, Brovel). 24 horas después (día 0), se les administró 350 UI de la hormona coriónica equina (eCG, Folligon®, Intervet) para cada hembra. Cabe mencionar que las dosis de progesterona y eCG fueron aplicadas de manera intramuscular. Del día 0 al día 7 se observó la actividad estral y fue evaluada durante 15 minutos y dos veces por día (08:00 y 16:00 h). Para realizar lo anterior, se utilizaron 4 machos celadores activos sexualmente, protegidos con un mandil para evitar la cópula. Es importante mencionar, que los machos fueron inducidos a la actividad reproductiva por medio de un tratamiento hormonal a base de testosterona exógena, según el procedimiento descrito por Luna-Orozco *et al.* (2012). Por otra parte, se consideró una hembra en celo, cuando ésta aceptó de manera natural la monta del macho. Las hembras detectadas en estro fueron retiradas del corral a un anexo, para ser servida por el macho en una sola ocasión. Se aclara que la primera evaluación del estro fue contemplada 12 horas después de la aplicación de eCG.

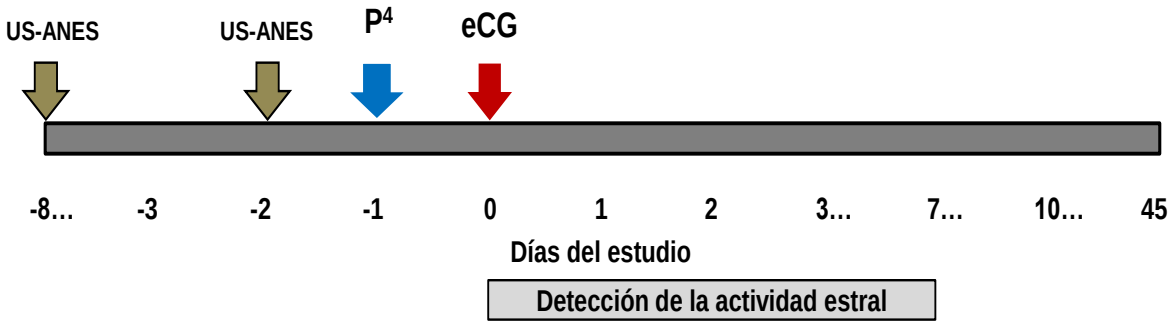


Figura 1. Protocolo hormonal para inducir la actividad reproductiva en cabras anovulatorias de la raza Saanen. P^4 = aplicación intramuscular de 25 mg de progesterona; eCG= aplicación intramuscular de 350 UI de la hormona coriónica equina. US-ANES= Ultrasonido para definir anestro.

Todos los análisis fueron calculados con el paquete estadístico MYSTAT 12. En todas las pruebas se tomará un intervalo de confianza del 95%. Para el porcentaje de hembras en estro se utilizó una Chi-cuadrada. La duración del celo y la latencia al celo se utilizó una t-studen.

RESULTADOS Y DISCUCIÓN

Tabla 1. Índice de éxito y rango social obtenido por cada hembra. La determinación del rango social se realizó del 07 al 13 de marzo de 2016. Del rango social bajo fueron 10 cabras, del rango social medio se encontraron 14 cabras y rango social alto lo conformó 11 individuos.

Rango social bajo	Índice de éxito	Rango social medio	Índice de éxito	Rango social alto	Índice de éxito
Hembra 2	0.013	Hembra 9	0.375	Hembra 1	0.7
Hembra 4	0.004	Hembra 14	0.444	Hembra 3	0.975
Hembra 5	0.091	Hembra 15	0.379	Hembra 7	0.911
Hembra 6	0.087	Hembra 16	0.388	Hembra 11	0.891
Hembra 8	0.014	Hembra 18	0.62	Hembra 13	0.681
Hembra 10	0.032	Hembra 19	0.534	Hembra 20	0.969
Hembra 12	0.203	Hembra 21	0.656	Hembra 22	0.673
Hembra 23	0.321	Hembra 24	0.592	Hembra 28	0.781
Hembra 30	0.254	Hembra 25	0.655	Hembra 29	0.793
Hembra 31	0.329	Hembra 26	0.436	Hembra 33	0.8
		Hembra 27	0.652	Hembra 35	0.767
		Hembra 32	0.558		
		Hembra 34	0.482		
		Hembra 38	0.488		

Tabla 2. Comportamiento estral de los diferentes rangos sociales sometidos al tratamiento hormonal a base de progesterona intramuscular más eCG.

Rango Social	***n*, % de hembras en celo**	**Duración del celo (h)**	**Latencia al estro (h)**
Alto	11/11 (100)[a]	28.36±5.73 [a]	62±4.67 [a]
Medio	9/14 (64) [b]	26±4.76 [a]	59.42±3.94 [a]
Bajo	7/10 (70) [b]	36±6.41 [a]	51.43±2.21 [a]

[a,b] = Valores con diferente literal en la misma columna difieren estadísticamente (P< 0.05)

Los resultados del presente estudio demuestran que el rango social en las cabras del subtrópico Mexicano, si influye en la respuesta estral de éstos animales al tratamiento hormonal a base progesterona intramuscular más eCG. En efecto, los hembras de rango social alto, fueron superiores en el % de hembras en celo comparadas con el rango social medio y bajo. En términos de duración del estro y latencia al estro, los tres rangos sociales se comportaron de forma similar. Estos resultados coinciden con los de Álvarez *et al.,* (2003; 2007; 2009) quienes observaron que las cabras dominantes al ser sometidas al efecto macho, ovularon y quedaron gestantes significativamente antes que el rango subordinado. Además, las hembras de alto rango social presentaron mayor secreción de LH inmediatamente después de la introducción del

macho, sugiriendo que el rango social influye en la respuesta sexual de estas hembras. En otro estudio en cabras domésticas, se utilizó un tratamiento hormonal para sincronizar el estro, encontrando que las hembras dominantes presentaron mayores niveles de progesterona plasmática entre los días 11 al 17 después de la segunda aplicación de prostaglandinas, en comparación con las hembras subordinadas (Álvarez *et al*., 2010).

CONCLUSIONES

La respuesta estral de los hembras caprinas al tratamiento hormonal de progesterona intramuscular más eCG, es superior en los individuos dominantes que en los animales de rangos sociales inferiores, mientras que entre las cabras de medio y bajo rango social fueron similares en su respuesta estral a dicho tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, L., Martin, G.B., Galindo, F., Zarco, L.A. 2003. Social dominance of female goats affects their response to the male effect. Appl. Anim. Behav. Sci. 84: 119-126.

Álvarez, L., Zarco, L., Galindo, F., Blache, D., Martin, G.B. 2007. Social rank and response to the “male effect” in the Australian Cashmere goat. Anim. Reprod. Sci. 102: 258-266.

Álvarez, L., Ramos A.L., Zarco, L. 2009. The ovulatory and LH responses to the male effect in dominant and subordinate goats. Small Rumin. Res. 83:29-33.

Álvarez, L., Arvizu, R.R., Luna, J.A., Zarco, L.A. 2010. Social ranking and plasma progesterone levels in goats. Small Rumin. Res. 90: 161–164.

Bronson, F. H., Heideman, P. D. 1994. Seasonal regulation of reproduction in mammals. In The Physiology of Reproduction (E. Knobil, and J. D. Neill, Eds.), pp. 541–583.

Contreras-Villareal, V., Meza-Herrara, C.A., Rivas-Muños, R., Ángel-García, O., Luna-Orozco, J.R., Carrillo, E., Mellado, M., Véliz-Deras, F.G. 2015. Reproductive performance of seasonally anovular mixedbred dairy goats induced to ovulate with a combination of progesterone and eCG or estradiol. Anim. Sci. J.

Delgadillo, 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.

Duarte, G., Nava-Hernández, M.P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. Anim. Reprod. Sci. 120: 65-70.

Luna-Orozco, J.R., Guillen-Muñoz J.M., De Santiago-Miramontes M.d.l.A., García, J.E., Rodríguez-Martínez, R., Meza-Herrera, C.A., Mellado, M., Véliz F.G. 2012. Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. Trop Anim Health Prod. 44: 71–75.

RESPUESTA ESTRAL DE LAS CABRAS CRIOLLAS SINCRONIZADAS CON PROGESTERONA Y GONADOTROPINA CORIÓNICA HUMANA EN DIFERENTES ÉPOCAS DEL ANESTRO ESTACIONAL

Alan Sebastián Alvarado Espino[1], Raymundo Rivas Muñoz[2], Oscar Ángel García[3], Jesús Mendoza[1], Francisco G. Véliz Deras[1,4,*]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Posgrado en Ciencias en Producción Agropecuaria. Torreón, Coahuila, México. [2]Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón, Coahuila, México. [3]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Departamento de Producción Animal. Torreón, Coahuila, México. [4]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Departamento de Ciencias Médico Veterinarias. Torreón, Coahuila, México. [*]velizderas@gmail.com.com

INTRODUCCIÓN

En México, la Región más importante en producción de leche de cabra es La Comarca Lagunera, localizada en la parte noreste del país. Esta región concentra cerca de 400 mil cabezas de ganado y participa con el 44 % de la producción nacional de leche (SIAP, 2014). En esta zona, el principal sistema de producción es el extensivo obteniéndose como productos la leche y carne (Escareño *et al*., 2012). Una limitante para estos sistemas de producción es la estacionalidad reproductiva mostrada por las cabras (Meza-Herrera *et al*., 2014) ya que esta limita el acceso a mercados más favorables, restringe la integración de los partos a las actividades y necesidades del productor.

La inducción y sincronización del estro en los pequeños rumiantes con hormonas exógenas es una importante herramienta de manejo utilizada para reducir los efectos de la estacionalidad reproductiva; además, facilita la implementación de otras tecnologías como la inseminación artificial (IA) (Abecia *et al*., 2011). Estos tratamientos emplean progesterona (P4) más la administración de gonadotropina coriónica equina (eCG) o humana (hCG) (Romano, 2004; Vilariño et al., 2011; Fonseca *et al*., 2005). Con la finalidad de reducir la cantidad de hormonas utilizadas en los protocolos de inducción sin afectar la respuesta reproductiva, nuestro laboratorio ha desarrollado un protocolo que consiste en la aplicación de una inyección de progesterona (20 mg) por vía intramuscular (IM) mas 100 UI de gonadotropina coriónica humana (hCG) obteniendo una respuesta estral y tasa de partos de 100% y 80%, respectivamente al final del anestro (Alvarado-Espino *et al*., 2016). Por otra parte, se ha reportado que la época del año influye en el intervalo al celo y la ovulación (Pierson *et al.*, 2003). En efecto, Adib *et al*. (2014) menciona que el número y la dinámica de los folículos es diferente al inicio y al final del anestro y esto podría explicar el efecto de la época sobre la inducción y sincronización del celo. Sin embargo, no se ha estudiado el efecto del momento del

anestro en las cabras inducidas con P4 más hCG. Por lo anterior, la hipótesis del presente estudio es que la respuesta estral y el intervalo al celo será diferente al inicio o al final del anestro en las cabras tratadas con P4 más hCG.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un rebaño de manejo extensivo de cabras denominadas “Criollas” localizado en el norte de México (25° N, 103° O). Esta región es semiárida localizada a una altitud de 1140 m sobre el nivel del mar. La temperatura media anual es de 23.5°C (rango -2 a 43°C) con una precipitación anual de 230 mm. La duración del día es de 13 h, 41 min en el solsticio de verano y de 10 h, 19 min en el solsticio de invierno. Durante el desarrollo de los experimentos, las cabras fueron alojadas en corrales abiertos bien ventilados provistos de sombra. Estos animales fueron desparasitados 30 días antes de comenzar el experimento. Las cabras recibieron una dieta a base de heno de alfalfa (17% PC, 1.95 Mcal•Kg, MS) y 200 g de alimento concentrado (14% de proteína con una mezcla de macro y micro minerales)/ animal /día. El agua y los minerales se ofrecieron *ad libitum*.

El estudio se llevó a cabo durante abril (n=13; anestro temprano) y junio (n= 12; anestro tardío) de acuerdo a la proporción de cabras que ovulan espontáneamente (Duarte *et al*., 2008). En ambas épocas, se utilizaron cabras multíparas de 2 a 4 años de edad y fueron balanceadas de acuerdo a su peso y condición corporal (40.3 ± 5.7 kg 2.3 ± 0.3; escala 1 a 5; respectivamente).

El estro fué inducido en los dos meses (abril y junio) de acuerdo a Alvarado-Espino *et al*. (2016). Brevemente, las cabras fueron tratadas con una dosis de 20 mg de progesterona (P4; Progesvit®, Brovel, México D. F., México) IM y 24 h después, se les aplicaron 100 UI de hCG (Choragon®, Ferring Farmaceutical, México, D.F., México) en la submucosa vulvar (SMV).

Doce horas después de la inyección de hCG, el inicio del estro fue monitoreado cada 6 h (06:00, 12:00, 18:00 y 24:00 h) por 10 min durante los siguientes siete días, para lo cual se emplearon dos machos cabríos sexualmente activos provisto de mandil. Los machos fueron estimulados con testosterona, 30 días antes de iniciar el tratamiento de las hembras (Luna-Orozco *et al*. (2012). Los machos permanecieron alejados de las hembras (50 m) y sólo estuvieron en contacto con ellas durante la detección del celo. Se consideró una hembra en celo cuando esta se quedaba quieta al momento de la monta del macho.

El porcentaje de hembras que presenten celo será comparado usando el procedimiento GENMOD de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). El intervalo al celo después de aplicar la hCG y la duración del celo fueron comparados con un análisis de varianza (PROC GLM de SAS) para un diseño completamente al azar para comprobar el efecto de la época en la

aparición de celo e intervalo al celo. Cada animal se consideró como una unidad experimental. Las diferencias entre tratamientos se consideraron significativas a un nivel de P<0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La frecuencia estral, intervalo al celo y duración del celo se muestran en el cuadro 1. No se encontraron diferencias estadísticas en la respuesta estral de las cabras tratadas con P4 mas hCG durante abril o junio (92% vs 100, P>0.05; respectivamente). Esto demuestra que la combinación de P4 mas hCG es suficiente para inducir el estro incluso cuando las cabras se encuentran bajo una fuerte inhibición fotoperiódica (abril) (Veliz *et al*., 2006). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Contreras-Villarreal *et al*. (2015) y Alvarado-Espino *et al*. (2016) quienes emplean un protocolo similar con eCG o hCG, respectivamente y a lo reportado con el uso de esponjas impregnadas con progestágenos (Romano, 2004) por lo que este protocolo de sincronización del celo puede emplearse en cualquier época del anestro.

Cuadro 1. Cabras en estro, intervalo hCG-estro y duración del estro después de la administración de gonadotropina coriónica humana (hCG) durante abril y junio en cabras anovulatorias. Media ± desviación estándar (DE)

	Cabras en estro	Intervalo hCG-estro (h)	Duración del estro (h)
Abril	12/13[a]	58 ± 13.3[a]	35.3 ± 6.3[a]
Junio	12/12[a]	60 ± 6.4[a]	34.6 ± 6.2[a]

Literales diferentes entre columnas indican diferencia estadística (P<0.05)

La hormona hCG ha sido empleada en programas de estimulación ovárica ya que estimula la esteroidogenesis así como la maduración y ovulación de los folículos (Manjarin *et al*., 2009; Ma *et al*., 2015). Además, esta hormona se caracteriza por presentar una rápida absorción (11.6 h) y una larga vida media (36 h) (Saleh *et al*., 2012) por lo que una aplicación de hCG parecen ser suficientes para brindar una estimulo adecuado a los folículos antrales en cabras anovulatorias, garantizando un adecuado desarrollo folicular que en turno, producirán adecuadas concentraciones de estradiol estimulando la presentación de la conducta estral.

En el presente estudio el intervalo al celo y duración del celo fueron similares en ambas épocas presentándose 60 h después de la aplicación de la hCG (Cuadro 1). En contraste, Pierson *et al*. (2001) mencionan que la época del año si ejerce un efecto sobre el inicio del celo siendo más prolongada durante el periodo de transición a la estación reproductiva. Estos autores mencionan que la causa de esta variación se debe al estatus ovárico al momento de la

aplicación de los tratamientos. Si bien en nuestro estudio no hubo diferencias estadísticas en el intervalo al celo, la variabilidad, al observar la DE, fue mayor en abril que junio. Esta variación podría deberse a que la época del anestro modifica la dinámica folicular y su repuesta a la acción de las gonadotropinas (Adib *et al*., 2014) lo que en consecuencia, retrasaría el crecimiento y desarrollo folicular retrasando la aparición del celo en las cabras sincronizadas en abril.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio confirman que la aplicación de P4 mas hCG es efectivo para sincronizar el celo en las cabras durante el anestro estacional y que la época de este no afecta la tasa de sincronización, por lo que puede facilitar la aplicación de tecnologías tales como la IA y mejorar sustancialmente la producción en los sistemas característicos de esta región al introducir genes de machos genéticamente superiores.

BIBLIOGRAFÍA

Abecia, J. A., Forcada, F., González-Bulnes, A. 2011. Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice, 27(1), 67–79.

Adib, A., Freret, S., Touze, J. L., Lomet, D., Lardic, L., Chesneau, D., Estienne, A., Papillier, P., Monniaux, D., Pellicer-Rubio, M. T. 2014. Progesterone improves the maturation of male-induced preovulatory follicles in anoestrous ewes. Reproduction, 148(4), 403-416.

Alvarado-Espino, A. S., Meza-Herrera, C. A., Carrillo, E., González-Álvarez, V. H., Guillen-Muñoz, J. M., Ángel-García, O., Véliz-Deras, F. G. 2016. Reproductive outcomes of Alpine goats primed with progesterone and treated with human chorionic gonadotropin during the anestrus-to-estrus transition season. Animal Reproduction Science, 167, 133–138.

Contreras-Villarreal, V., Meza-Herrera, C. A., Rivas-Muñoz, R., Angel-Garcia, O., Luna-Orozco, J. R., Carrillo, E., Véliz-Deras, F. G. 2015. Reproductive performance of seasonally anovular mixed-bred dairy goats induced to ovulate with a combination of progesterone and eCG or estradiol. Animal Science Journal, 87(6), 750-755.

Duarte, G., Flores, F.A., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to subtropical environment persists idependently of food availability. Domest. Anim. Endocrinol. 35, 362-370

Escareño, L., Salinas-Gonzalez, H., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Sölkner, J., C. Meza-Herrera. 2012. Dairy goat production systems. Trop Anim Health Prod 45: 17-34.

Fonseca, J. F., Bruschi, J. H., Santos, I. C. C., Viana, J. H. M., Magalhaes, A. C. M. 2005. Induction of estrus in non-lactating dairy goats with different estrous synchrony protocols. Animal Reproduction Science, 85(1), 117–124.

Luna-Orozco, J. R., Guillen-Muñoz, J. M., De Santiago, M. de los A., García, J. E., Rodríguez-Martínez, R., Meza-Herrera, C. A., Mellado, M., Véliz, F. G. 2012. Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. Tropical Animal Health and Production, 44(1), 71–75.

Ma, M., Wang, J., Xu, L., Zhang, Q., Du, B., Jiang, X., Shi, Q., Zhou, L., Li, B., Saito, H., Kurachi, H., 2015. Effects of two human chorionic gonadotropin doses administered to the ovarian states during the in vitro fertilization and embryo transfer program. Biomed. Rep. 3, 215-219.

Manjarin, R., Dominguez, J. C., Castro, M. J., Sprecher, D. J., Cassar, G., Friendship, R. M., Kirkwood, R. N. 2009. Effect of hCG treatment on the oestrous and ovulation responses to FSH in prepubertal gilts. Reproduction in domestic animals, 44(3), 432-434.

Meza-Herrera, C.A., Serradilla, J.M., Muñoz-Mejías, M.E., Baena-Manzano, F., Menendez-Buxadera, A. 2014. Effect of breed and some environmental factor son body weights till weaning and litter size in five goat breeds in Mexico. Small Rumin. Res. 121, 215-219

Pierson, J., Baldassarre, H., Keefer, C., Downey, B. 2001. Seasonal variation in preovulatory events associated with synchronization of estrus in dwarf goats. Theriogenology, 56(5), 759–769.

Pierson, J. T., Baldassarre, H., Keefer, C. L., Downey, B. R. 2003. Influence of GnRH administration on timing of the LH surge and ovulation in dwarf goats. Theriogenology, 60(3), 397–406.

Romano, J. E. 2004. Synchronization of estrus using CIDR, FGA or MAP intravaginal pessaries during the breeding season in Nubian goats. Small Ruminant Research, 55(1-3), 15–19.

Saleh, M., Shahin, M., Wuttke, W., Gauly, M., Holtz, W., 2012. Pharmacokinetics of human chorionic gonadotropin (hCG) after intramuscular administration in goats (Capra hircus). Reproduction. 144, 77-81.

SIAP. 2014. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Resumen Nacional. Población ganadera, avícola y apícola. Consulta: 20 enero 2015. Disponible en: www.siap.gob.mx/ganaderia.

Véliz, F. G., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J. A. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. Animal reproduction science, 92(3), 300-309.

Vilariño, M., Rubianes, E., Menchaca, A. 2011. Re-use of intravaginal progesterone devices associated with the Short-term Protocol for timed artificial insemination in goats. Theriogenology, 75(7), 1195–200.

EFECTO DE DOS TIPOS DE DILUYENTES Y DURACIÓN DE ALMACENAMIENTO A 4 °C SOBRE LA MOTILIDAD DEL SEMEN CAPRINO

Alan Sebastián Alvarado Espino[1], Evaristo Carrillo Castellanos[2], Oscar Ángel García[3], Filiberto Anzures Olvera[1], Francisco G. Véliz Deras[1,4,5]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Posgrado en Ciencias en Producción Agropecuaria. Torreón, Coahuila, México. [2]Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón, Coahuila, México. [3]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Departamento de Producción Animal. Torreón, Coahuila, México. [4]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Departamento de Ciencias Médico Veterinarias. Torreón, Coahuila, México. [5]velizderas@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, la caprinocultura se concentra en las regiones áridas y semiáridas, las cuales ocupan 128 millones , lo que representa gran parte del territorio mexicano y donde vive cerca de la mitad de la población y es en estas regiones, donde contribuye de manera considerable a la economía de los agricultores (Escareño *et al*., 2012). Una de las formas para incrementar la producción y los ingresos de los productores es a través del uso de la inseminación artificial (IA) ya que esta, permite optimizar el uso de machos genéticamente superiores, que en turno puedan aumentar la producción de leche, pelo y carne (Lebouef *et al*., 2000). La criopreservación del semen a bajas temperaturas (-196° C) permite almacenar el semen por periodos prolongados y transportarlo a regiones distantes (Ahmad et al., 2015). Sin embargo, este proceso es costoso y cerca de la mitad de las células mueren durante el procedimiento (Lebouef *et al.,* 2000; Ahmad *et al*., 2015). Otra alternativa es utilizar el semen liquido almacenado entre 0-5° C permitiendo el uso del semen por un periodo más prolongado que con semen fresco (Menchaca *et al.,* 2005; Goericke-Pesch *et al*., 2012). Los diluyentes más empleados para conservar el semen en caprinos son a base de yema de huevo adicionando glucosa y un amortiguador como Citrato de Sodio (Na) o TRIS y leche descremada (Cseh et al., 2012). La duración de la viabilidad *in vitro* y la fertilidad de los espermatozoides con los diluyentes antes mencionados llega a ser de 5 a 72 h (Leboeuf *et al*., 2000; Mara *et al*., 2007). Así, conservar el semen a 4° C puede ser ventajoso y una alternativa para las granjas caprinas para lograr tener animales de alto valor genético a través de IA en la Comarca Lagunera. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue comparar el efecto de dos diluyentes a base de yema de huevo o leche descremada sobre la motilidad del semen caprino almacenado a 4° C por 96 h.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un rebaño de manejo intensivo de cabras de la raza Alpino-Francés localizado en el norte de México (25° N, 103° O). Se emplearon cuatro machos adultos

(1 Saneen; 3 Alpino-Francés, de 2 a 5 años de edad) durante la época de actividad sexual (otoño-invierno). Esta región es semiárida localizada a una altitud de 1140 m sobre el nivel del mar. La temperatura media anual es de 23.5°C (rango -2 a 43°C) con una precipitación anual de 230 mm. La duración del día es de 13 h, 41 min en el solsticio de verano y de 10 h, 19 min en el solsticio de invierno. La alimentación fue a base de heno de alfalfa (17% proteína cruda (PC); 1.95 Mcal de energía metabolizable (EM)) a libre acceso y 200 g de concentrado comercial (14% PC; 1.7 Mcal de EM) por día y por animal durante el periodo experimental. Las sales minerales y el agua fueron proporcionadas a libre acceso.

El semen fue recolectado con una vagina artificial (VA) una vez por semana durante un mes. La vagina consistió en un tubo externo de caucho y un revestimiento interior de látex liso. El revestimiento de látex se extendía 2.0 cm más allá del final del tubo externo de caucho, se replegó sobre este y se aseguró cada extremo con ligas para formar una cámara. La cámara se llenó con agua a 48-55° C para conseguir una temperatura en el revestimiento de 40-45° al momento de la colecta de semen. En un extremo de la VA se fijó un cono al cual estaba unido un tubo graduado (0.1 mL). Todas las recolectas de semen se realizaron por el mismo técnico. El extremo libre de la VA fue lubricado (K/Y). Cada eyaculado se colocó en baño maria a 37° C y se evaluó la motilidad en masa, concentración y espermatozoides vivos. Se emplearon solo aquellos eyaculados con una motilidad ≥ 3.0 (escala 0-5), concentración de >2.5 x 10^9 checar si es a la 6 o la 9 células/mL y >85 % de espermatozoides vivos.

Después de la evaluación del semen, cada eyaculado fue divido en dos partes iguales, una fue diluida en Citrato de Na y yema de huevo (YemaBE) y la otra en leche descremada (LecheBE). La composición del diluyente YemaBE consistió en 2.37 g de citrato de Na (2H2O), 0.50 g de glucosa, 15 mL de yema de huevo, 100,000 UI de penicilina sódica, 100 mg de estreptomicina y c. b. p. 100 mL de agua destilada. Para el diluyente LecheBE, se disolvio 9.0 g de leche descremada en polvo (Svelty®, Nestle) en 100 mL de agua destilada. Una vez que se disolvió por completo, el diluyente se calentó a 96° C durante 10 min, después de este tiempo la muestra se dejó enfriar a temperatura de laboratorio. Agregamos 100,000 UI de penicilina sódica. Los diluyentes se ajustaron para obtener un pH final de 6.7. Las muestras se diluyeron hasta obtener una concentración de 800x10^6 de espermatozoides por mL. Al momento de hacer la dilución los diluyentes tenían una temperatura de 37° C. Una vez diluido, el semen fue colocado en baño maría (37° C) después fue colocado en una hielera cubierta con hielo para bajar su temperatura. Una vez realizado esto, el semen fue transportado hasta el laboratorio donde inmediatamente fue puesto en un refrigerador para continuar con su proceso de

equilibrio por 2 h y que alcanzará una temperatura de 4° C. Una vez alcanzado el tiempo de equilibrio el semen fue evaluado a las 2, 24, 48, 72 y 96 h (Figura 1). Los parámetros evaluados fueron motilidad en masa, motilidad progresiva y viabilidad.

La motilidad fue evaluada subjetivamente al observar una gota uniforme de la muestra de cada protocolo empleando un microscopio de campo claro (Olympus, México) para lo cual se observaron 5 campos.

Para el análisis estadístico se realizó una prueba de normalidad (Shapiro-wilk) para la motilidad. Los datos se transformaron con arc sine y se analizaron con un análisis de varianza. Los análisis se realizaron con el GLM del paquete estadístico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). El diseño factorial incluyo el diluyente (Yema y leche) y el tiempo de almacenamiento (0, 2, 24, 48, 72 y 96 h). Para determinar si había diferencia estadística entre tratamientos se empleó un nivel de probabilidad de ≤0.05. Se determinó que existía tendencia si P>0.05 y ≤0.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presentan las características seminales de cada macho. La motilidad del semen de los diluyentes a base de Citrato Na-yema de huevo (YemaBE) y leche (LecheBE) almacenado durante 96 h se presentan en el cuadro 2. No hubo interacción (P>0.05) entre el diluyente y el tiempo de preservación del semen. La motilidad espermática después de adicionar el diluyente fue similar para ambos (4.37 ± 0.47; P=1.0). Dos horas después, se observó una tendencia en la disminución de la motilidad espermática en el semen diluido con LecheBE que con YemaBE (4.25 ± 0.50 vs 3.0 ± 0.9, respectivamente; P=0.06). Después de este tiempo no se apreció diferencia significativa entre los diluyentes sobre la motilidad (P>0.05). Los resultados del presente estudio muestran que el semen de los machos cabríos sin remover el plasma seminal puede ser conservado a 4°C con diluyentes a base de citrato de Na o leche sin afectar la motilidad después de 24 h de conservación. Esto es similar a lo reportado por Matos-Brito *et al*. (2013) al emplear Citrato de Na y por Mara *et al*. (2007) con un diluyente a base de leche.

Cuadro 1. Parámetros espermáticos de los machos empleados en el estudio al momento de la colección del semen con vagina artificial durante la estación reproductiva.

	Volumen (mL)	**Concentración ($x10^6$)**	**Motilidad (0-5)**	**% células vivas**
# Macho				
1	0.75	3560	4.0	85
2	0.80	3800	4.5	80
3	0.63	4189	5.0	80
4	1.0	3966	4.0	85

Cuadro 2. Efecto del tipo de diluyente y el tiempo de almacenamiento sobre la motilidad espermática (0-5) del semen caprino colectado con vagina artificial durante la estación reproductiva.

	0 h	**2 h**	**24 h**	**48 h**	**72 h**	**96 h**
YemaBE	4.37 ± 0.47	4.25 ± 0.50	2.6 ± 1.25	2.25 ± 1.7	1.5 ± 1.7	1.0 ± 1.4
LecheBE	4.37 ± 0.47	3.0 ± 0.9	2.6 ± 1.4	1.63 ± 1.1	0.88 ± 0.6	0.75 ± 0.5
Valor P	1.0	0.06	1.0	0.56	0.53	0.75

La habilidad de estos diluyentes para proteger a los espermatozoides del choque térmico se debe a su fracción proteica presente en la yema como en la leche la cual se une a la membrana celular previniendo su desorganización (Bispo *et al.*, 2011). Se ha mencionado que las enzimas presentes en el plasma seminal tales como la EYCE y BUSgp60 interaccionan con los lípidos presentes en la yema o la leche causando efectos adversos sobre la motilidad por lo que se sugiere que este sea removido (Leboeuf *et al,* 2000). En contraste, estudios recientes han demostrado que la remoción del plasma seminal no afecta la calidad espermática (Cabrera *et al.*, 2005; Roof *et al*., 2012; Ferreira *et al*., 2014), por lo que este procedimiento que consume tiempo podría no ser necesario.

La exposición de los espermatozoides a bajas temperaturas reducen la viabilidad y la motilidad del semen debido a cambios en la arquitectura, permeabilidad de la membrana y en los canales iónicos similares a los que ocurren durante la capacitación (Watson, 2000). Además, se producen especies de oxigeno reactivo que afectan severamente la viabilidad de las células (Ahmad *et al*., 2015). En este estudio, se observó una disminución gradual de la motilidad conforme se incrementaba el tiempo de almacenamiento (Figura 1).

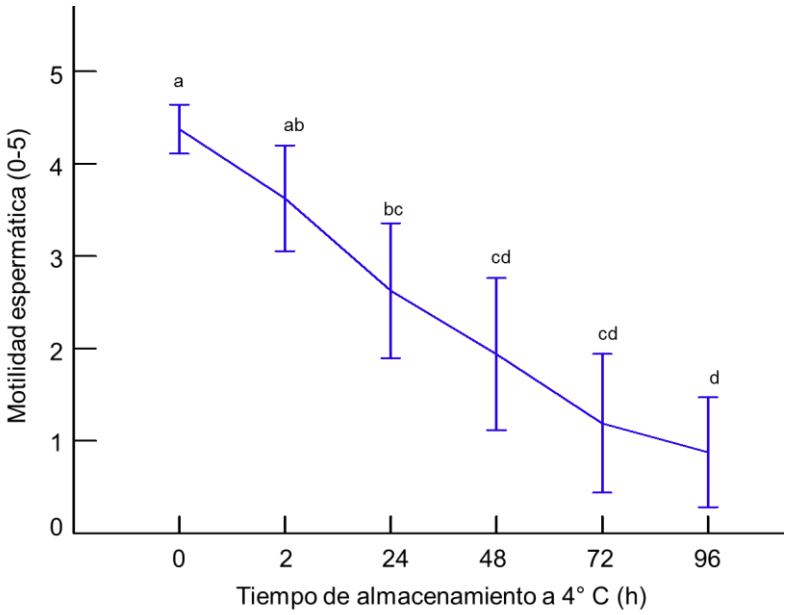


Figura 1. Efecto del tiempo de almacenamiento (0, 2, 24, 48, 72 y 96 h) a 4° C sobre la motilidad del semen caprino durante la estación reproductiva. Letras diferentes indican diferencia P<0.05 (media ± DE).

Por otro lado, conforme el semen se almacena por más tiempo la motilidad disminuye gradualmente sin importar el diluyente empleado y se acrecienta después de 2 h de almacenamiento a 4° C (P<0.0001; Fig. 3). La motilidad es parámetro confiable para predecir la fertilidad del macho (David *et al*., 2015) ya que, la presencia de espermatozoides con una mayor motilidad, incrementa la probabilidad de que los espermatozoides lleguen al ovocito (Santolaria *et al*., 2015). Nuestros resultados coinciden con lo reportado por Mara *et al*. (2007) y Matos-Brito *et al.* (2013) quienes reportan una motilidad en masa similar (2.6 ± 0.2) después de conservar el semen a 4°C durante 24 h con un diluyente a base de leche descremada o citrato-Yema, respectivamente. Además, son similares a lo que se reporta para machos cabríos jóvenes durante la estación reproductiva en la misma región geográfica (Carrillo *et al*., 2010) por lo que estos resultados podrían considerarse aceptables.

Siqueira *et al*. (2009) no encontraron diferencias significativas sobre la tasa de concepción en cabras inseminadas después de la detección del celo con semen enfriado a 5° C por 12 o 24 h. Esto es similar a lo reportado en cabras Murciano-Granadina por Roca *et al*. (1997) quienes reportan una tasa de gestación de 76% después de la inseminación artificial con semen enfriado a 5° C.

CONCLUSIONES

El semen en caprino puede ser conservado a 4° C con citrato-yema de huevo o leche descremada como máximo por 24 h. Después de este tiempo la motilidad disminuye. Es necesario corroborar estos resultados bajo condiciones de campo.

BIBLIOGRAFÍA

Ahmad, M., Nasrullah, R., Ahmad, N. 2015. Effect of cooling rate and equilibration time on pre-freeze and post-thaw survival of buck sperm. Cryobiology, 70(3), 233–8.

Bispo, C.A.S., Pugliesi, G., Galvão, P., Rodrigues, M.T., Ker, P.G., Filgueiras, B., Carvalho, G.R., 2011. Effect of Low and High Egg Yolk Concentrations in the Semen Extender for Goat Semen Cryopreservation. Small Ruminant Research 100 (1): 54–58.

Cabrera, F., Gonzalez F., Batista M., Calero P, Medrano A., Gracia A. The effect of removal of seminal plasma, egg yolk level and season on sperm freezability of canary buck (Capra hircus). Reproduction in domestic Animals 2005; 40: 191-5.

Carrillo, E., Meza-Herrera, C.A., Véliz, F.G. 2010. Estacionalidad Reproductiva de los Machos Cabríos de la Raza Alpino-Francés Adaptados al Subtrópico Mexicano." Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 1 (2). 169–78.

Cseh, S., Faigl, V., Amiridis, G. S. 2012. Semen processing and artificial insemination in health management of small ruminants. Animal Reproduction Science, 130(3-4), 187–92.

David, I., Kohnke, P., Lagriffoul, G., Praud, O., Plouarboué, F., Degond, P., Druart, X. 2015. Mass Sperm Motility Is Associated with Fertility in Sheep. Animal Reproduction Science 161: 75–81.

Escareño, L., Salinas-Gonzalez, H., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Sölkner, J., Meza-Herrera, C. 2012. Dairy goat production systems. Trop Anim Health Prod 45: 17-34.

Ferreira, V. S., Mello-Martins, R. B., Fonseca, C. E. M., Dias, A. C. F., Cardoso, J., Silva, R.,Junior, W. P. M. 2014. Effect of Seminal Plasma and Egg Yolk Concentration on Freezability of Goat Semen. Revista Brasileira de Zootecnia. 43 (10): 513-518.

Goericke-Pesch, S., Klaus, D., Failing, K., Wehrend. A. 2012. Longevity of Chilled Canine Semen Comparing Different Extenders. Animal Reproduction Science 135 (1-4): 97–105.

Leboeuf, B., Restall, B., Salamon, S. 2000. Production and storage of goat semen for artificial insemination. Animal Reproduction Science, 62(1-3), 113–141.

Mara, L., Dattena, M., Pilichi, S., Sanna, D., Branca, A., Cappai, P. 2007. Effect of different diluents on goat semen fertility. Animal Reproduction Science, 102(1-2), 152–7.

Matos-Brito, B. G., Lima, I. C. S., Pereira, J. F. F., Barboza, M., Linard, M. A. B., Aguiar, G .V., Catunda, A. G. V., Moura, A. A. A., Nunes, J. F., Campos, A. C. N. 2013. Effect of Initial Seminal Plasma Fructose Concentration on Goat Semen Storage at 5^{o} C. Archivos de Zootecnia. 62: 143-146.

Menchaca, A., Pinczak, A., Queirolo, D. 2005. Storage of ram semen at 5° C: effects of preservation period and timed artificial insemination on pregnancy rate in ewes. Anim. Reprod, 2(3), 195-198.

Roca, J., Carrizosa, J.A., Campos, I., Lafuente, A., Vazquez, J.M., Martinez, E. 1997. Viability and Fertility of Unwashed Murciano-Granadina Goat Spermatozoa Diluted in Tris-Egg Yolk Extender and Stored at 5 °C. Small Ruminant Research 25 (2): 147–53.

Roof, D.J., Bowley, S., Price, L.L., Matsas, D.J. 2012. Comparison of Two Commercial Extenders for Cryopreservation of Goat Semen without Sperm Washing. Theriogenology 77 (2): 412–20.

Santolaria, P, Vicente-Fiel, S., Palacín, I., Fantova, E., Blasco, M. E., Silvestre, M. A., Yániz, J. L. 2015. Predictive Capacity of Sperm Quality Parameters and Sperm Subpopulations on Field Fertility after Artificial Insemination in Sheep. Animal Reproduction Science 163: 82–88.

Siqueira, A.P., Fonseca, JF., Silva Filho, J. M., Bruschi, J.H., Viana, J.H.M., Palhares, M.C.M., Brischi, M.C.M., Peixoto, M.P., 2009. Reproductive parameters of Toggenburg goats inseminated whit cooled semen diluited in egg yolk extender. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 61, 299-305.

Watson, P.F. 2000. The Causes of Reduced Fertility with Cryopreserved Semen. Animal Reproduction Science 60-61: 481–92.

SUSTENTABILIDAD Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES

CARACTERIZACION QUIMICA DE ABONOS ORGANICOS BAJO TRATAMIENTOS DE SOLARIZACIÓN

Rebeca Ivonne López Gonzalez[1+] José Dimas López Gónzalez[2]
José Dimas López Martínez[1], Jesús Luna Anguiano[3]

[1] Facultad de Agricultura y Zootecnia-Universidad Juárez del Estado de Durango. Apartado Postal 142 CP 35000. Gómez Palacio, Durango. [2]Universidad Tecnológica de la Laguna Carretera Torreón - Ciudad Juárez, kilómetros 7.5, Ejido Las Cuevas, C.P. 35185. Lerdo, Durango. [3]Universidad Politécnica de Gómez, Palacio. Carretera El Vergel-La Torreña. Km 0+820. Loc. El Vergel. C.P. 35120. Gómez Palacio, Durango. [1+] Autor de contacto: becky644@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera es una región donde existe una gran actividad pecuaria, la cual produce alrededor de un millón de toneladas de estiércol base seca por día (*SAGARPA*, 2006). Esta producción intensiva de residuos de origen animal genera desperdicios con alto contenido de nutrientes y material orgánico que causan la contaminación de suelos y aguas, emiten olores desagradables y altas concentraciones de gases, además de propiciar la proliferación de vectores y microorganismos patógenos; todo ello con un impacto negativo en el medio ambiente (Figueroa, 2002).

En la agricultura sustentable, la aplicación de materiales orgánicos al suelo es indiscutiblemente necesaria porque éstos son fuente vital para reconstruir la materia orgánica del suelo y para suministrar nutrimentos, sin embargo, dicha aplicación debería minimizar los riesgos microbiológicos de su aplicación (Zúñiga, 2003). El mejorar y conservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de un suelo constituye la base de su productividad agrícola, la cual depende en gran parte de la presencia o no de MO. La incorporación de MO al suelo se puede dar a través de aplicaciones de abonos orgánicos los cuales se utilizan como fuente de nutrientes para las plantas. La descomposición de la MO del suelo consiste en un proceso de digestión enzimática por parte de los microorganismos y de esta MO se desprenden los nutrimentos fácilmente asimilables por los cultivos, (Brechelat, 2004).

Siendo los abonos orgánicos una alternativa para la reducción de insumos de una manera sustentable, afectando el medio ambiente de una manera positiva y ser económico y rentable (Chaney *et al., 1992*).). Derivado de lo anterior el objetivo del presente trabajo fue: Caracterizar químicamente abonos orgánicos de origen Caprino, Bovino, Avícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio experimental se efectuó en el año 2015 en el en el campo agrícola de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), y geográficamente se ubica en el km 30 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, entre los paralelos 25°46' 56" N y 103°21' 02" Oeste. A inmediaciones del ejido Venecia, municipio de Gómez Palacio, Durango.

En el experimento se evaluarón 3 tipos de estiércol (bovino, caprino y gallinaza), se establecieron pilas de los diferentes estiércoles, con dimensiones de 60 cm de alto por 180 cm de largo y 150 cm de ancho, posteriormente se agrego un 25% de humedad a cada pila para favorecer el aumento de la temperatura al momento de la solarización.

Los factores en estudio fueron 2 (A y B), Estiércol y tipo de cubierta.

Factor A: Estiércol: a1 =Bovino, a2 =Caprino y a3=Gallinaza

Factor B: Acolchado:b1 = Acolchado sencillo b2 = 2 Acolchado doble

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con arreglo combinatorio para generar los tratamientos con tres repeticiones dando lugar a 18 unidades experimentales. Variables evaluadas: Nitrógeno total (%), pH (adimensional) y CE (dS m).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presentan los resultados de nitrógeno total % (NT) en tratamientos de abonos orgánicos antes de solarización y después de la solarización. Se observa que este elemento antes de iniciar el proceso de solarización tenia valores que fluctuaron de 0.42, 1.69 y 1.89 % en Bovino; Caprino y Gallinaza respectivamente; Una vez realizado el proceso de solarización, los resultados muestran un incremento en NT en todos los tratamientos con valores de 1.75, 1.79 y 3.98 % bovino, caprino y gallinaza. Siendo el de Gallinaza después del tratamiento el más alto, Debido a su importante contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, la gallinaza es considerada como uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede dar al suelo.

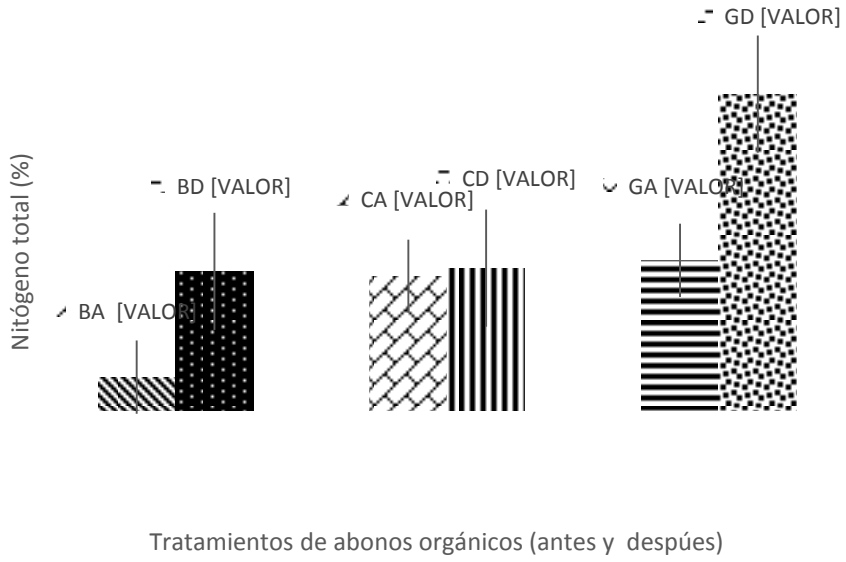


Figura 1.- Composición de nitrógeno total (%) en tratamientos de abonos orgánicos. Venecia, Dgo.2015.

Al efectuar el análisis para los tratamientos de abonos orgánicos para muestras solarizadas, los valores obtenidos se aprecian en la Figura 2. El tratamiento con mayor NT fue el de gallinaza con cubierta de plástico doble con un valor de 4.06%. El valor más pequeño fue obtenido por el abono de caprino con cubierta doble con 1.66%. El nitrógeno (N) es una variable que indica la eficiencia del proceso de solarización. Por ello, se deduce que la cubierta doble en términos generales es más eficiente respecto a dicho elemento químico. N es uno de los elementos más importantes en la nutrición de las plantas. No sólo por su función dentro de ellas y la cantidad demandada. Las plantas lo absorben y aprovechan mayormente en forma de nitratos y amonio (Powers *et al*., 1974; Vázquez *et al*., 2008). Además de lo anterior, N es el elemento nutrimental vegetal más significativo respecto a los costos de producción de cultivos.

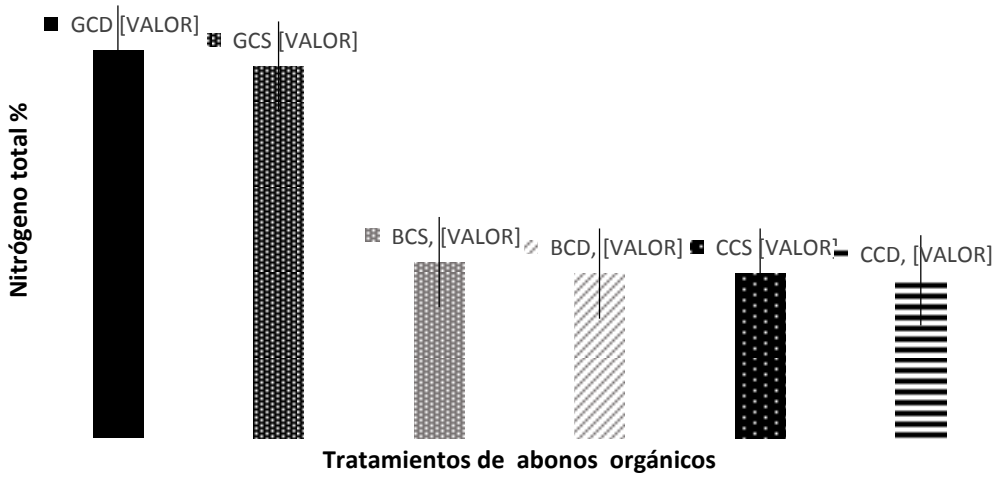


Figura 2. Composición de nitrógeno total (%) en tratamientos de abonos orgánicos. Venecia, Dgo.2015.

Los resultados del análisis de varianza para NT en donde se muestra diferencia altamente significativa entre tratamiento; y la prueba de medias indica que el tratamiento que presenta el mayor incremento en NT es el de gallinaza después de solarización con 3.98 %; corroborando lo mostrado en la Figura 2. La gallinaza tiene un alto contenido de nutrimentos que son disponibles para el suelo y también disponibles para el cultivo (Chaney *et al., 1992*). por otro lado en los estudios realizados en fertilización con gallinaza en el guayabo por (Figueroa *et al*., 2003), (Salazar *et al.*, 2003) obtuvieron incrementos en el rendimiento con la aplicación de nitrógeno, no obteniéndolo con la aplicación de fósforo y potasio, aunque(Stoate *et al*., 2001) la obtuvieron al fósforo y (Vázquez *et al.*, 2008) obtuvieron los mejores resultados cuando efectuaron aplicaciones de potasio; sin embargo (Zúñiga, 2003) señala que el abonado en una explotación frutal se limita en la práctica, al suministro de NPK.

Para el caso de Ph los resultados del análisis de varianza indicaron diferencia altamente significativa entre tratamientos; y al efectuar una prueba de medias se observo que el tratamiento que presenta el mayor incremento en Ph es el de bovino con cubierta sencilla con 8.9; corroborando lo mostrado en la Figura 3 Donde el tratamiento con Ph menor es gallinaza con cubierta sencilla. el mayor incremento en Ph es el de bovino con cubierta sencilla con 8.9.

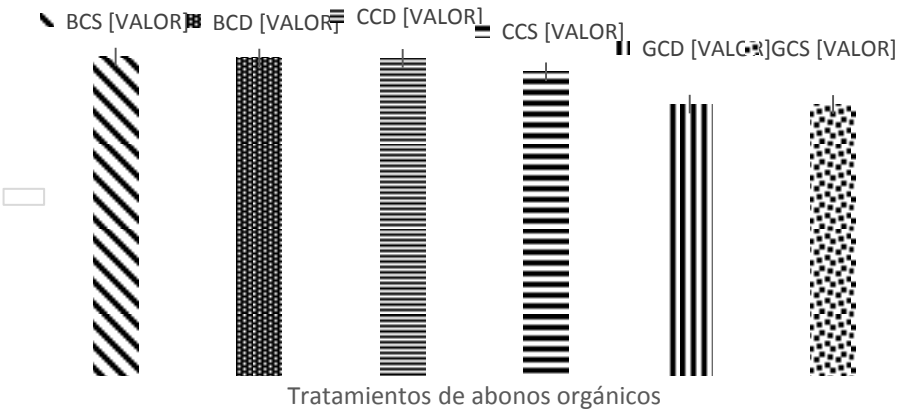


FIGURA 3.- Composición de PH en tratamientos de abonos orgánicos. (Cubierta Simple Y Doble) Venecia, Dgo.2015.

Para CE el análisis de varianza mostro diferencia altamente significativa entre tratamiento; y la prueba de medias indico que mayor incremento en CE es el de bovino con cubierta sencilla con 11.25 dS m; corroborando lo mostrado en la Figura 4, Donde el tratamiento con CE menor es bovino con cubierta sencilla con 5.16 dS m. El suelo tiene una capacidad calorífica alta, entre 0.27 y 0.80 joule/k, lo que significa que es un buen acumulador de calor, y una baja conductividad térmica, que hace que la penetración del calor en el suelo sea lenta, al igual que su enfriamiento (Figueroa, 2002*).*

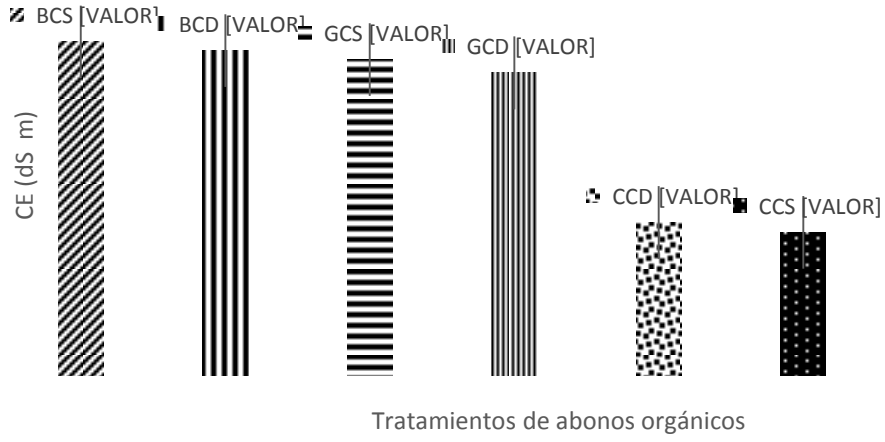


FIGURA 4. Composición de CE en tratamientos de abonos orgánicos. (Cubierta Simple Y Doble) Venecia, Dgo.2015.

CONCLUSIONES

Para abonos orgánicos se tuvo en características químicas que para NT este elemento antes de iniciar el proceso de solarización tenia valores que fluctuaban de 0.42, 1.69 y 1.89 % en Bovino, Caprino y Gallinaza respectivamente; una vez realizado el proceso de solarización, los resultados muestran un incremento en NT en todos los tratamientos con valores de 1.75, 1.79 y 3.98 % bovino, caprino, y gallinaza. Siendo el de Gallinaza el tratamiento el más alto.

En general para todos los demás nutrimentos, gallinaza con cubierta de plástico es el mejor tratamiento que incrementa su concentración; caprino con cubierta doble el de menor incremento. Esto no sucede en KT y FeT donde bovino con cubierta de plástico sencilla es el mejor, para ph el tratamiento con menor incremento es en gallinaza con cubierta sencilla y para CE es bovino con cubierta sencilla con 5.16 ds m.

Se sugiere seguir trabajando con abono orgánico para observar su comportamiento en el aspecto microbiológico y su efecto en campo con cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Brechelt, A. 2004. Manejo Ecológico del Suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). Edita: Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL).

Chaney, D.E., Drinkwater, L.E. and Pettygrove, G.S. 1992. Organic soil amendments and fertilizers. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 21505. 36 p.

Figueroa V.U. 2002. Uso sustentable del estiércol en sistemas forrajeros bajo riego. Revista Unión Ganadera. Unión Ganadera Regional de la Laguna. Vol. 38:11-12.

Figueroa, U. y Cueto, J. 2003. CAPITULO I. USO SUSTENTABLE DEL SUELO Y ABONOS ORGÁNICOS. Abonos Orgánicos y Plasticultura/ edit. Enrique Salazar Sosa et. al. Gómez Palacio, México, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.

Powers, W.L., Wallingford, G.W., Murphy, L.S., Whitney, D.A., Manges, H.L. and Jones, H.E. 1974. Guidelines for applying beef feedlot manure to fields. Publication C-502. Kansas State University, Cooperative Extension Service. Manhattan, KA.

SAGARPA. 2006. Sistema de información agroalimentaria.

Salazar, E., Trejo, I., Vázquez, C., Rivera, O., 2003. CAPITULO II. APLICACIÓN, MANEJO Y DESCOMPOSICIÓN DEL ESTIÉRCOL DE BOVINO. Agricultura Orgánica / edit. Enrique Salazar Sosa et. al. Gómez Palacio, México, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.

Stoate C., Boatman N.D., Borralho R.J., RioCarvalho C., Snoo G.R., Eden P. 2001. Ecological impacts of arable intensification in Europe. J. Envirom. Manag. 63:337-365

Vázquez, V. C.; Reyes O. M. I; Salazar S. E.; Figueroa V. R.; López M. J. D.; Orona C.I.; Zúñiga T.R. y Jiménez D.F. 2008. Solarización de Estiércol de Bovino para Producción de Abono Orgánico Inocuo en la Comarca Lagunera. AGROFAZ, Vol. 8, Num. 2.

Zúñiga, R. 2003. CAPITULO II. LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO. Abonos Orgánicos y Plasticultura/ edit. Enrique Salazar Sosa et. al. Gómez Palacio, México, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE DEL AGOSTADERO Y CALIDAD DE LA LECHE DE CABRAS DURANTE EL ESTIAJE

C.A. Rosales Nieto[1*], M. Flores Najera[2], L. I. Vélez Monroy[3], F. Morón Cedillo[4], J. Urrutia Morales[1]

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental San Luis, San Luis Potosí, 78431, México.*Autor correspondencia (Email nieto_cesar@hotmail.com), [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas, 98500, México. [3] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna, 27440, México. [4] Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78321, México.

INTRODUCCIÓN

Los caprinos asentados en la región árida y semiárida de México, generalmente, no alcanzan a cubrir los requerimientos nutricionales de mantenimiento, gestación y/o lactancia, debido a que en estas regiones el alimento disponible en el agostadero es escaso la mayor parte del año. Sin embargo, esta situación se acrecienta durante la época de estiaje, el cual ocurre, generalmente, de noviembre a febrero; ya que va aunado con las pariciones de los empadres realizados en Agosto – Septiembre.

La alimentación limitada afecta negativamente la eficiencia productiva y reproductiva de las cabras reproductoras (Rhind et al., 1998; Kusina et al., 2001). Adicionalmente, la consecuencia de que la glándula mamaria no tenga un desarrollo apropiado antes del parto causaría que la producción y calidad de calostro y leche sea limitada o inhibida (O'Doherty y Crosby, 1996; Nørgaard et al., 2008; Swanson et al., 2008). Al existir un bajo peso al nacimiento y limitada producción de calostro y leche reduciría el vínculo materno (Ramírez-Vera et al., 2012) e incrementaría la mortalidad perinatal (Scales et al., 1986; Decaluwé et al., 2014). De tal manera que existe una fuerte correlación entre la producción materna de leche y la tasa de crecimiento de la progenie (Afolayan et al., 2009).

El potencial lechero de la cabra criolla en el Altiplano Potosino esta aun por ser definido y descrito. Hasta al momento no se ha descrito debido a que la producción de leche es considerada como un producto secundario; dado que la producción y calidad es muy variable (< 500 ml día^{-1}; Sánchez de la Rosa et al., 2006). Lo que hace suponer que la productividad de los rebaños se ubica por debajo de la tercera parte de su potencial. Se sabe que la producción de leche varía entre hembras, inclusive dentro del mismo genotipo (Burris y Baugus, 1955; Snowder y Glimp, 1991). Parte de esta variación se debe a diferencias en la masa corporal, con las hembras más pesadas produciendo más leche que las hembras más ligeras. Adicionalmente la calidad y producción de leche puede ser afectada por manipulación nutricional (Morand-Fehr y Sauvant, 1980). Por lo tanto, la producción de leche es un componente importante para la

crianza de un recién nacido y un factor limitante en aquellas razas con bajo potencial productor de leche.

El saber esto ayudará a desarrollar estrategias de suplementación alimenticias para los rebaños caprinos de agostadero que repercutirá en la productividad y en la disponibilidad de alimentos de origen animal (carne y leche) para el consumo humano. Por lo que el objetivo del trabajo fue asociar la composición química de las plantas consumidas por los caprinos durante la época de estiaje con la calidad de leche de cabras criollas mantenidas en un agostadero semiárido del centro de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de Mayo 2014 a Abril 2015 en la comunidad de Encarnación del municipio de Ahualulco, San Luis Potosí (Latitud 22.4°; Longitud 101.3°). En esta zona, el clima es considerado seco estepario, con una temperatura media anual de 19° C, una máxima absoluta de 42.6° C y una mínima absoluta de 1° C. Durante el estudio se registraron 82 mm de precipitación; siendo febrero (23.8 mm) y Marzo (50.5 mm) los meses con mayor precipitación registrada (Figura 1). La temperatura cálida comprende los meses de abril a septiembre y el periodo frío de octubre a mayo (Medina et al., 2005). La vegetación predominante es el matorral desértico, microfilo, matorral espinoso, izotal, cardonal, pastizal y gobernadora.

Se utilizaron 20 cabras Criolla x Nubia de dos años de edad, las cuales fueron sincronizadas y empadradas en el mes de julio. Las cabras parieron en el mes de diciembre. La alimentación se basó en el pastoreo de la vegetación disponible en el agostadero por un periodo de siete horas diarias (11:00 a 18:00) sin suplementación. Al llegar al corral, las cabras recibieron minerales y agua *ad libitum*. Durante el experimento, 7 cabras se secaron a partir del 2 de marzo y otras 2 a partir del 31 de marzo. Adicionalmente, 6 cabras murieron debido a factores ambientales (bajas temperaturas y alto factor de congelación).

La producción de leche se midió semanalmente comenzando una semana después del parto. Las cabras fueron ordeñadas antes de salir a pastorear, utilizando el protocolo de oxitocina (Bencini, 1995). Para esto, las cabras fueron separadas de los cabritos y ordeñadas a mano. Las cabras recibieron una inyección intramuscular de 3 ml oxitocina de un producto comercial que contenían 20 UI mg^{-1} oxitocina (PISA agropecuaria, Hidalgo; México). La dosis aplicada de oxitocina fue de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Después de cinco minutos, las cabras fueron ordeñadas y se registró el tiempo de la primera ordeña. Las cabras fueron re-ordeñadas aproximadamente 3 horas más tarde, en el mismo orden que el del ordeño inicial, siguiendo el mismo protocolo de oxitocina. El peso de la leche obtenida en el segundo ordeño y el tiempo entre ordeños se registraron para obtener una estimación de la producción de leche

por día. La muestra de leche (10 ml) de cada cabra se conservó con 0.6 mg ml^{-1} de dicromato de potasio y posteriormente se congeló a -20°C hasta el análisis de composición de leche. Después del segundo ordeño, los cabritos y las cabras se reunieron en su corral. Se determinó la composición de la leche (proteína, grasa, lactosa y solidos totales) mediante un Milkoscan 133B (Foss Electric Hillerød, Dinamarca).

Las cabras se clasificaron de acuerdo con su nivel de producción en baja, media, media alta y alta. Tres cabras de cada grupo fueron seleccionadas para determinar el tipo de vegetación consumida. Las cabras fueron sometidas a un entrenamiento para acostumbrarlas a la presencia de personas y que permitieran caminar al lado de ellas y así obtener una muestra de la planta que ellas estuvieran consumiendo durante el trayecto. Durante el día del muestreo de forraje, las cabras seleccionadas se siguieron por 3 horas consecutivas y se obtuvo una muestra representativa del forraje que consumían. El procedimiento se repitió semanalmente de Enero a Abril.

Las muestras de forraje obtenidas fueron identificadas con el día y el número de la cabra que se siguió. Posteriormente, las muestras, fueron llevadas a la facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en donde fueron secadas en estufa a una temperatura de 60°C por 60 min. Subsiguientemente, las muestras fueron enviadas al laboratorio “Agrolab” ubicado en Gómez Palacio, Durango con el fin de determinar la composición química de las plantas disponibles y consumidas por las cabras.

La información se analizó con el paquete estadístico SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC, EE.UU.). La composición láctea (grasa, proteína, solidos totales y lactosa) se analizó mediante procedimientos lineales de modelos mixtos y técnica de estimación de máxima verosimilitud restringida (PROC MIXED). Materia seca, proteína cruda, fibra detergente acida, fibra detergente neutra, carbohidratos no fibrosos, nutrientes totales digestibles, energía neta de lactancia, energía neta de mantenimiento, energía neta de ganancia, energía metabolizable y valor relativo de forraje fueron incluidos independientemente como co-variables. Fecha de muestreo fue utilizada como medida repetida y el número de identificación de cada cabra fue considerado como un efecto aleatorio. La comparación de medias de la composición láctea (grasa, proteína, solidos totales y lactosa) por fecha, grupo y su interacción fueron analizadas mediante el método de cuadrados mínimos (PROC GLM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En promedio, el contenido de grasa en leche fue de 5.9±0.3, proteína 2.9±0.04, lactosa 4.3±0.06 y solidos totales 8.05±0.13. El contenido de grasa ($P < 0.001$), proteína, lactosa y solidos totales ($P < 0.01$; cuadro 1) estuvieron influenciados por el nivel de producción de leche

de la cabra; pero no por la fecha de muestreo (P > 0.05; cuadro 1). Las interacciones entre estas dos variables fue significativa para el contenido de grasa (P < 0.05); pero no para el resto de las variables (P > 0.05; Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del nivel de producción de leche y el periodo de lactancia en la composición química de la leche (grasa, proteína, lactosa y solidos totales) de cabras criollas bajo condiciones de extensivo del Altiplano Potosino.

Variable		**Grasa**	**Proteína**	**Lactosa**	**Solidos Totales**
Nivel de producción		***	**	**	**
	Alta	5.4±0.2	2.95±0.03	4.34±0.05	8.18±0.09
	Media – Alta	7.1±0.3	2.97±0.06	4.3±0.09	8.19±0.17
	Media	6.9±0.2	3.01±0.04	4.4±0.05	8.38±0.0.09
	Baja	5.5±0.2	2.8±0.0.05	4.07±0.08	7.71±0.15
Fecha		NS	NS	NS	NS
	1	6.1±0.2	3.01±0.02	4.4±0.04	8.3±0.1
	2	6.6±0.3	2.82±0.07	4.14±0.1	7.9±0.2
	3	6.1±0.3	2.96±0.07	4.34±0.1	8.2±0.2
	4	5.7±0.3	2.91±0.06	4.23±0.1	8±0.2
	5	5.6±0.5	2.84±0.1	4.13±0.16	7.8±0.3
	6	5.1±0.4	2.95±0.07	4.36±0.11	8.2±0.2
	7	6.2±0.3	3±0.08	4.4±0.11	8.3±0.2
	8	6.2±0.4	2.89±0.09	4.25±0.12	8±0.2
	9	6.4±0.5	3.02±0.04	4.42±0.07	8.4±0.1
	10	6.2±0.5	2.89±0.06	4.22±0.08	8±0.1
Interacción		*	NS	NS	NS

Valores P: * P ≤ 0.05; ** P ≤ 0.01; *** P ≤ 0.001; NS P > 0.05

La composición química del alimento disponible y consumido en el agostadero durante el periodo de evaluación se muestra en el cuadro 2. El contenido de proteína en el alimento difirió estadísticamente entre las fechas de muestreo (P < 0.001); pero no el resto de las variables (P > 0.05; cuadro 2). El incremento de proteína en el alimento concuerda con la precipitación registrada en esta localidad (Figura 1).

Cuadro 2. Composición química de alimento consumido por cabras criollas lactantes durante la época de estiaje en el Altiplano Potosino.

Variable		Fecha								
		Enero		Febrero	Marzo			Abril		
	P > *f*	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MS (%)	NS	93.2±0.4	92.9±0.3	93.6±0.3	92.9±0.2	93.5±0.2	93.4±0.5	93.2±0.3	92.9±0.1	93.4±0.1
PC (%)	***	7.5±0.6	8.2±0.3	6.8±0.6	9.7±0.3	10.7±1.4	12.8±1.3	11.2±0.7	16.8±0.7	12.1±0.6
FDA (%)	NS	47.2±3.3	53.4±1	46.7±3.1	44.2±1	53.5±2.3	47.4±0.9	44.5±1.7	44.1±1.3	47.7±0.4
FDN (%)	NS	57.1±3.4	64.3±1.3	62.8±3.2	52.7±3.7	73.8±4.8	56.7±2.4	58.2±3.2	53.1±2.7	61.7±3.2
CNF (%)	0.07	22.7±1.3	17.4±0.9	20±3.1	26.6±2.1	8.4±3.6	24.2±1.4	23.8±2.3	22.1±4.9	19.5±1.9
NTD (%)	NS	47.7±0.7	48.5±0.3	46.5±3	52.2±0.7	40.9±3.8	54.4±1.6	53.5±1.7	55±3.1	51±1.3
ENl (Mcal)	NS	0.98±0.02	1.01±0.01	0.94±0.09	1.15±0.02	0.81±0.12	1.23±0.06	1.2±0.06	1.28±0.08	1.12±0.04
ENm (Mcal)	NS	0.83±0.04	0.87±0.01	0.77±0.13	1.06±0.03	0.57±0.18	1.17±0.08	1.12±0.07	1.24±0.11	1.03±0.06
Eng (Mcal)	NS	0.29±0.03	0.33±0.01	0.23±0.13	0.51±0.03	0.04±0.17	0.61±0.07	0.56±0.07	0.67±0.1	0.47±0.06
EM (Mcal)	NS	1.7±0.1	1.7±0.1	1.6±0.1	1.9±0.1	1.4±0.2	2±0.1	2±0.1	2.1±0.1	1.9±0.1
VRF	NS	86.4±8.5	66.4±2.5	78.6±6.4	97.9±8.5	60.7±6.1	85.8±4.3	87.7±6.2	96.2±4.2	78.7±4.3

Valores P: * P ≤ 0.05; ** P ≤ 0.01; *** P ≤ 0.001; NS P > 0.05
MS: Materia Seca; PC: Proteína Cruda; FDA: Fibra Detergente Acida; FDN: Fibra Detergente Neutra; CNF: Carbohidratos No Fibrosos; NTD: Nutrientes Totales Digestibles; ENl: Energía Neta de lactancia; ENm: Energía Neta de mantenimiento; ENg: Energía Neta de ganancia; EM: Energía Metabolizable; VRF: Valor Relativo de Forraje.

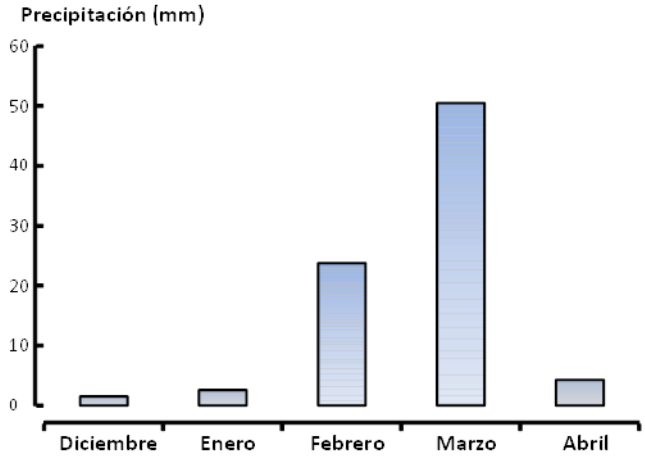


Figura 1. Precipitación registrada durante el estudio en la comunidad de Encarnación perteneciente al municipio de Ahualulco, San Luis Potosí.

La relación entre la composición química del alimento disponible y la composición láctea se presenta en el cuadro 3. El contenido de grasa en leche estuvo influenciado por algunas de las

variables obtenidas en la composición química del alimento (P < 0.05 a P < 0.001); sin embargo, el contenido de proteína, lactosa y solidos totales solamente fueron influenciados por el contenido de proteína en el alimento (P < 0.001);

Cuadro 3. Relación entre el contenido nutricional de las plantas disponibles y consumidas en el agostadero con la composición láctea de cabras criollas del Altiplano Potosino.

Variable	Grasa	Proteína	Lactosa	Solidos Totales
MS	*	NS	NS	NS
PC	***	***	***	***
FDA	NS	NS	NS	NS
FDN	NS	NS	NS	NS
CNF	NS	NS	NS	NS
NTD	**	NS	NS	NS
ENl	**	NS	NS	NS
ENm	**	NS	NS	NS
ENg	**	NS	NS	NS
EM	**	NS	NS	NS
VRF	NS	NS	NS	NS

Valores P: * P ≤ 0.05; ** P ≤ 0.01; *** P ≤ 0.001; NS P > 0.05
MS: Materia Seca; PC: Proteína Cruda; FDA: Fibra Detergente Acida; FDN: Fibra Detergente Neutra; CNF: Carbohidratos No Fibrosos; NTD: Nutrientes Totales Digestibles; ENl: Energía Neta de lactancia; ENm: Energía Neta de mantenimiento; ENg: Energía Neta de ganancia; EM: Energía Metabolizable; VRF: Valor Relativo de Forraje.

El contenido de proteína, grasa y lactosa en leche concuerdan por lo reportado por otros autores en otras localidades del Altiplano (Zacatecas, Flores et al., 2015; Región Lagunera, Vélez Monroy et al., 2015), a pesar de las condiciones a las cuales se enfrentaron las cabras durante la época de muestreo. Estos autores reportan valores de 3.2% de proteína en leche (Flores et al., 2015; Vélez Monroy et al., 2015); 4.3% (Flores et al., 2015) y 5.6% (Vélez Monroy et al., 2015) en grasa; y 4.8% (Flores et al., 2015) y 4.7% (Vélez Monroy et al., 2015) en lactosa. Sin embargo, la concentración de proteína, grasa y lactosa en leche encontrado por nosotros y lo reportado por Flores et al. (2015) y Vélez Monroy et al. (2015) en cabras criollas del Altiplano Mexicano es mayor a lo reportado por diferentes autores con diferentes razas de cabras y con suplementación alimenticia (rangos para proteína: 2.9 – 3.4%, grasa: 2.7 - 3.2, lactosa: 3.6 - 4.1; Morand-Fehr y Sauvant, 1980; Calderón et al., 1984; Sawaya et al., 1984; Min et al., 2005). El conocer los factores que afectan la composición láctea ayudará a mejorar el potencial lechero de las cabras criollas en el Altiplano Potosino.

Adicionalmente, nuestros resultados confirman lo reportado anteriormente por Morand-Fehr y Sauvant (1980), Calderón et al. (1984), Sutton (1989), DePeters y Cant (1992), Chilliard et al.

(2001), Jenkins y McGuire (2006) y Galina et al. (2007) quienes observaron que la composición láctea (proteína, lactosa y grasa) puede ser modificada por la alimentación. El hecho de que la composición láctea haya diferido con la fecha de muestreo indica el contenido nutricional de la vegetación vario conforme fue avanzando el año y por consiguiente la época de lluvias. En donde, como observamos y reportamos, el contenido de proteína en el alimento incremento posterior a un evento significativo de precipitación (< 30 mm); esto ocurrió, probablemente, al incrementar la cantidad de rebrotes. Sin embargo, es importante recalcar que a pesar del incremento observado en algunas variables de la composición química del alimento; esté no llevo a cubrir los requerimientos para cabras lactantes (Sahlu et al., 2004); lo que hace suponer que las cabras utilizaron sus reservas corporales para mediar, principalmente, los requerimientos de energía.

Se concluye que un evento lluvioso superior a los 30 ml puede llegar a incrementar el contenido de proteína del alimento disponible en el agostadero. El mejorar la composición química del alimento puede influenciar de manera positiva la composición láctea; por lo que es evidente de que existe potencial lechero de las cabras criollas del Altiplano Potosino. De tal manera que es necesario establecer sistemas de suplementación que ayuden a cubrir los requerimientos nutricionales sin afectar el bienestar del animal. Se requiere más investigación para determinar cuáles serían los niveles adecuados de suplementación energética y que no afecten la economía del productor.

BIBLIOGRAFÍA

Afolayan, R.A., Fogarty, N.M., Morgan, J.E., Gaunt, G.M., Cummins, L.J., Gilmour, A.R., 2009. Preliminary genetic correlations of milk production and milk composition with reproduction, growth, wool traits and worm resistance in crossbred ewes. Small Rumin. Res. 82, 27-33.

Bencini, R., 1995. Use of intramuscular oxytocin injections to measure milk output in nondairy sheep, and its effect on milk composition. Aust. J. Exp. Agric. 35, 563-565.

Burris, M.J., Baugus, C.A., 1955. Milk consumption and growth of suckling lambs. J. Anim. Sci. 14, 186-191.

Calderón, I., De Peters, E.J., Smith, N.E., Franke, A.A., 1984. Composition of Goat's Milk: Changes Within Milking and Effects of a High Concentrate Diet. J. Dairy Sci. 67, 1905-1911.

Chilliard, Y., Ferlay, A., Doreau, M., 2001. Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. Lives. Prod. Sci. 70, 31-48.

Decaluwé, R., Maes, D., Wuyts, B., Cools, A., Piepers, S., Janssens, G.P.J., 2014. Piglets ′colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. Livest. Sci. 162, 185-192.

DePeters, E.J., Cant, J.P., 1992. Nutritional Factors Influencing the Nitrogen Composition of Bovine Milk: A Review1. Journal of Dairy Science 75, 2043-2070.

Flores M.J., Herrera, M., Vélez Monroy L.I., Rosales Nieto C.A., Echavarría, F.G., 2015. Composición química de la leche de cabra criolla del Altiplano Zacatecano alimentada bajo dos sistemas de producción. XXVII Semana Internacional de Agronomía. Venecia, Gómez Palacio, Durango; México.

Galina, M.A., Osnaya, F., Cuchillo, H.M., Haenlein, G.F.W., 2007. Cheese quality from milk of grazing or indoor fed Zebu cows and Alpine crossbred goats. Small Ruminant Research 71, 264-272.

Jenkins, T.C., McGuire, M.A., 2006. Major Advances in Nutrition: Impact on Milk Composition. Journal of Dairy Science 89, 1302-1310.

Kusina, N.T., Chinuwo, T., Hamudikuwanda, H., Ndlovu, L.R., Muzanenhamo, S., 2001. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization and fertility in Mashona goat does. Small Ruminant Research 39, 283-288.

Medina GG, Díaz PG, Loredo OC, Serrano AV, Cano GMA. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de San Luis Potosí (período 1961-2001). Libro Técnico No 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CE San Luis. San Luis Potosí, México. 319 p.

Min, B.R., Hart, S.P., Sahlu, T., Satter, L.D., The Effect of Diets on Milk Production and Composition, and on Lactation Curves in Pastured Dairy Goats. Journal of Dairy Science 88, 2604-2615.

Morand-Fehr, P., Sauvant, D., 1980. Composition and Yield of Goat Milk as Affected by Nutritional Manipulation1. Journal of Dairy Science 63, 1671-1680.

Nørgaard, J.V., Nielsen, M.O., Theil, P.K., Sørensen, M.T., Safayi, S., Sejrsen, K., 2008. Development of mammary glands of fat sheep submitted to restricted feeding during late pregnancy. Small Ruminant Res. 76, 155-165.

O'Doherty, J.V., Crosby, T.F., 1996. The effect of diet in late pregnancy on progesterone concentration and colostrum yield in ewes. Theriogenology 46, 233-241.

Ramírez-Vera, S., Terrazas, A., Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Serafín, N., Vielma, J., Duarte, G., Fernández, I.G., Fitz-Rodríguez, G., Hernández, H., 2012. Inclusion of maize in the grazing diet of goats during the last 12 days of gestation reinforces the expression of maternal behaviour and selectivity during the sensitive period. Livestock Sci. 148, 52-59.

Rhind, S.M., Elston, D.A., Jones, J.R., Rees, M.E., McMillen, S.R., Gunn, R.G., 1998. Effects of restriction of growth and development of Brecon Cheviot ewe lambs on subsequent lifetime reproductive performance. Small Ruminant Research 30, 121-126.

Sahlu, T., Goetsch, A.L., Luo, J., Nsahlai, I.V., Moore, J.E., Galyean, M.L., Owens, F.N., Ferrell, C.L., Johnson, Z.B., 2004. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. Small Ruminant Research 53, 191-219.

Sánchez de la Rosa I, Martínez RRD, Torres HG, Becerril PCM, Mastache LAA, Suárez EJ, Rubio RM. 2006. Producción de leche y curvas de lactancia en tres razas de cabras en el trópico seco de México. Veterinaria México 37(4):493-502.

Sawaya, W.N., Safi, W.J., Al-Shalhat, A.F., Al-Mohammad, M.M., 1984. Chemical Composition and Nutritive Value of Goat Milk. J. Dairy Sci. 67, 1655-1659.

Scales, G.H., Burton, R.N., Moss, R.A., 1986. Lamb mortality, birthweight, and nutrition in late pregnancy. N. Z. J. Agric. Res. 29, 75-82.

Snowder, G.D., Glimp, H.A., 1991. Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. J. Anim. Sci. 69, 923-930.

Sutton, J.D., Altering Milk Composition by Feeding. Journal of Dairy Science 72, 2801-2814.

Swanson TJ, Hammer CJ, Luther JS, Carlson DB, Taylor JB, Redmer DA, Neville TL, Reynolds LP, Caton JS, Vonnahme KA. 2008. Effects of gestational plane of nutrition and selenium supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. J Anim Sci 86:2415–2423.

Vélez Monroy L.I., Rosales Nieto C.A., Flores Nájera M.J., Chávez Solís A.U., Salinas González H., 2015. Comparación de la calidad de leche de cabras criollas en dos sistemas de producción. XXVII Semana Internacional de Agronomía. Venecia, Gómez Palacio, Durango; México.

DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL DE SUELO EN VIÑEDOS DE AGUASCALIENTES

Manuel Antonio Galindo-Reyes, Osías Ruiz-Álvarez y Luis Marín Macías Valdez

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Pabellón. Correo electrónico, galindo.manuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Aguascalientes tiene importancia en el cultivo de vid; actualmente, se ubica como cuarto estado productor a nivel nacional. Durante 2015 se cultivaron en entidad más de 803 hectáreas y tiene presencia en ocho de los once municipios que conforman (SIAP, 2016). La producción se destina para jugos o concentrados, consumo en fresco o mesa y para vino; por lo que los genotipos más cultivados son Salvador, Globo Rojo, Malbec, Tempranillo, Merlot, Chening Blanc, entre otras. Además, este cultivo tiene importancia económica y social, ya que presenta alta rentabilidad de la producción y genera ingresos a más de 235 productores (Borja-Bravo *et al*., 2016).

En 1980 se cultivaron poco más 13,000 hectáreas de vid en el estado (SIAP, 2016); sin embargo, problemas diversos, como la presencia de enfermedades, plagas, falta de agua y en general el deficiente manejo del cultivo, provocaron una reducción drástica de los rendimientos y vida productiva muy corta de los viñedos. Esto originó reducción drástica en superficie cultivada, baja productividad, rentabilidad y competitividad en el mercado de uva.

Las plantas, para su crecimiento, desarrollo y producción, requieren de un suministro continuo y balanceado de nutrimentos. Si cualquiera de estos nutrientes se encuentra en cantidades limitadas, el comportamiento del cultivo disminuye y, finalmente, resulta en desórdenes nutrimentales. Además, cuando existen deficiencias y toxicidades, las plantas manifiestan bajo rendimiento, mala calidad de fruto y posiblemente reducción en la vida productiva del cultivo.

El concepto de fertilidad de suelo debe integrar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos; así como su capacidad de ser sostenible, producir alimentos sanos y mitigar la contaminación medioambiental (García *et al*., 2012). La fertilidad de suelo es una herramienta esencial para el diagnóstico nutrimental de huertos frutales. Este análisis, complementado con análisis de agua, análisis de tejido vegetal y la observación permanente de los factores de manejo del huerto, les permite al técnico y al agricultor ajustar la dosis de fertilización. De acuerdo con lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo determinar el estado nutrimental actual del suelo de los viñedos en el estado de Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación se tomaron muestras foliares de 34 viñedos que se seleccionaron al azar en los municipios productores de vid en el estado de Aguascalientes y estos viñedos sumaron una superficie de 553.22 de las 803 hectáreas reportadas (SIAP, 2013). No obstante, los viñedos presentaban diferencias tanto en variedad, heterogeneidad del suelo y superficie por lo que se decidió colectar de una a tres muestras en cada viñedo, por lo que se tomaron un total de 52 muestras de suelo.

Para el muestreo de suelo primeramente se identificó el terreno, luego se dibujó el croquis del viñedo en el cual se delimitaron las áreas o unidades de muestreo con cierto grado de uniformidad. Asimismo, el viñedo se dividió en secciones con características homogéneas en lo que se refiere a variedad, edad del viñedo, superficie, pendiente, profundidad de suelo, color, entre otros.

En cada unidad de muestreo se tomó una muestra compuesta por doce submuestras, las cuales se tomaron en forma de "X"; es decir, se formaron dos diagonales en el viñedo para cubrir toda la unidad de muestreo. Las submuestras se recolectaron en un punto a 0.50 m del tronco, procurando que quedara al centro de los goteros. Después, con la ayuda de una pocera, se realizó una perforación de 0.30 m con diámetro aproximado de 0.15 m; posteriormente, con una cuchara de hortelano se cortó el suelo alrededor de la perforación y se tomó un "litro" de suelo. Las submuestras de suelo colectadas, se vaciaron sobre un plástico limpio, libre de residuos de fertilizantes, se mezclaron y se realizó el proceso del "cuarteo" recomendado por Castellanos *et al*. (2000).

Debido a que la muestra de suelo final presentaba humedad se puso a secar a temperatura ambiente en condiciones de sombra. Una vez seco, el suelo se pasó por un tamiz con abertura de 2 mm de diámetro (malla 10) de acero inoxidable. Del suelo tamizado se extrajo un kilogramo, se etiquetó y se llevó al laboratorio.

Finalmente, las muestras de suelo se analizaron en laboratorio y se les determinó: N, $N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NH_4$, P, K^+, Ca^{++}, Mg^{++}, Na^+, Fe, Zn, Mn, Cu, entre otros. Finalmente, el diagnóstico de la fertilidad de suelo consideró la interpretación de la concentración de macro y nutrimentos del mismo, comparando los resultados de esta investigación con los valores estándar y recomendaciones de Castellanos *et al*. (2000), y Etchevers y Padilla (2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Macronutrimentos

El muestreo de suelo se hizo en los meses de abril y de mayo, para este tiempo la planta se encontraba entre floración y amarre de fruto, por lo que se puede asumir que ya se aplicó la mayor cantidad de nitrógeno al suelo y como consecuencia los valores de nitrógeno en forma de nitrato ($N\text{-}NO_3^-$) deben ser relativamente altos. En el Cuadro 1 se presentan los valores de nitrógeno en los viñedos muestreados: 42.3% tenían menos de 100 kg ha^{-1}, 53.8% presentaron entre 100 y 200 kg ha^{-1} y 3.9% exhibieron entre 200 y 250 kg ha^{-1}. En este sentido, Palma (2006) menciona que la variedad Thompson Seedless para producir cerca de 20 t ha^{-1} de uva para mesa extrae del suelo aproximadamente 100 kg ha^{-1} de nitrógeno (sin considerar tronco ni raíz), por lo que propone una extracción total de 125 kg ha^{-1} de nitrógeno. En Aguascalientes, las variedades Globo Rojo y Salvador presentan rendimientos potenciales entre 20 y 25 t ha^{-1}, y para obtener estos rendimientos, se requiere que el suelo tenga más de 100 kg ha^{-1} de nitrógeno. De acuerdo con la información obtenida, sólo cerca del 60% de los viñedos en Aguascalientes podrían llegar a ese rendimiento meta.

Cuadro 1. $N\text{-}NO^3$ en el suelo de los viñedos en el estado de Aguascalientes.

Clasificación (mg/kg de NO_3)	**Rango (kg ha^{-1} de N)**	**Muestras de suelo (%)**
6.8 a 13.3	26 a 50	1.92
13.4 a 26	51 a 100	40.38
26.8 a 40.1	101 a 150	34.62
40.2 a 53.5	151 a 200	19.23
53.6 a 66.8	200 a 250	3.85
Total		100.0

En el caso del fósforo, los resultados indican que la mayoría de las muestras de suelo de viñedos del estado de Aguascalientes presentan deficiencias marcadas, ya que más del 92% del suelo se ubican en el rango de muy bajo y moderadamente bajo (Cuadro 2). Para poder lograr un buen rendimiento y mantener las reservas de fósforo en el suelo de los viñedos afectados, se recomienda aplicar entre 40 y 80 unidades de P_2O_5 anualmente.

El potasio y el calcio mantienen una buena concentración en la mayoría de las muestras (Cuadro 2). Estos elementos se encontraron en el rango de medio hasta muy alto. La recomendación sería aplicar al suelo menos de 50 unidades de K_2O por año y aplicar calcio

soluble de manera foliar en floración y en llenado de fruto, sobre todo en aquellos viñedos donde se cultive vid para mesa.

Para magnesio, cerca de 35% de las muestras de suelo se ubican en el rango de bajo y moderadamente bajo (Cuadro 2). En vid para consumo en fresco se sugiere suministrar cuando menos 30 unidades de MgO en forma de sulfato de magnesio al inicio del ciclo. Otra opción es aplicar nitrato de magnesio a razón de 2% (peso/volumen) entre las etapas de floración y de envero o cambio de coloración de la baya, con el objetivo de incrementar el rendimiento, reducir el secamiento apical de racimo o "palo negro" y mejorar la calidad de fruto en vid para mesa (Galindo *et al*, 2011).

Cuadro 2. Macronutrientes (%) en el suelo de los viñedos muestreados del estado de Aguascalientes.

Elemento	Muy bajo	Bajo	Medio bajo	Medio	Medio alto	Alto	Muy alto	Total
P	11.54	65.38	15.38	3.85	0	1.92	1.92	**100**
K	0	0	0	5.77	46.15	28.85	19.23	**100**
Ca	0	0	19.23	48.08	5.77	13.46	13.46	**100**
Mg	0	5.76	28.85	61.54	3.85	0	0	**100**

Micronutrimentos

Las plantas requieren cantidades muy pequeñas de micronutrientes. Si no se suministran en tiempo, forma y cantidad, puede haber deficiencia o toxicidad. En las muestras de suelo de los viñedos del estado de Aguascalientes hubo grandes deficiencias de hierro, ya que el 98% de las muestra se encontraron entre los rangos de muy bajo y moderadamente bajo (Cuadro 3).

En el caso de cobre y zinc, cerca del 40% de las muestras analizadas mostraron deficiencia, al ubicarse entre los rangos de muy bajo y moderadamente bajo. En cambio, la concentración de manganeso en el suelo de la mayoría de los viñedos exhibió valores en el rango de suficiencia; es decir, que existen pocos viñedos en Aguascalientes con deficiencia de manganeso (Cuadro 3).

Considerando las deficiencias en la planta de vid, es obligatorio aplicar diferentes micronutrientes, tales como hierro en la mayoría de los viñedos, cobre y zinc en por lo menos un tercio de ellos. Se recomienda aplicar estos nutrimentos de manera foliar, en dos etapas: la primera entre brotación y floración, y la segunda después de la cosecha y antes de la caída de las hojas a dosis de por lo menos un kilogramo por hectárea por aplicación.

Cuadro 3. Micronutrientes (%) en el suelo de los viñedos muestreados del estado de Aguascalientes.

Elemento	Muy bajo	Bajo	Medio bajo	Medio	Medio alto	Alto	Muy alto	Total
Fe	25.0	42.3	30.8	1.9	0.0	0.0	0.0	**100**
Cu	0.0	19.2	17.3	19.2	23.1	7.7	13.5	**100**
Zn	9.6	13.5	17.3	30.8	23.1	3.8	1.9	**100**
Mn	0.0	0.0	5.8	13.5	71.1	7.7	1.9	**100**

CONCLUSIONES

Existen deficiencias de fósforo, hierro, cobre y zinc en el suelo de los viñedos Aguascalientes, ya que más del 40% de las muestras se ubican en el rango moderadamente bajo.

Únicamente el potasio y el manganeso se encontraron en buena concentración, ya que la mayoría de las muestras se ubicaron en los rangos de medio alto a muy alto.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo de Viticultores de Aguascalientes, A. C. el financiamiento otorgado para el desarrollo del proyecto: "**Análisis de la situación actual de la viticultura en Aguascalientes"**, del cual se derivó este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

Borja-Bravo, M., J. A. García-Salazar, L. Reyes-Muro y S. Arellano-Arciniega. 2016. Rentabilidad de los sistemas de producción de uva (V*itis vinífera*) para mesa e industria en Aguascalientes, México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo 13:151-168.

Castellanos, J. Z.; J. X. Uvalle-Bueno y A. Aguilar S. 2000. Manual de interpretación de análisis de agua y suelo. Intagri. Celaya, Guanajuato. México. 201 pp.

Etchevers B. J. y Padilla C. J. 2007. Diagnóstico de fertilidad de suelos. *In*: Nutrición de cultivos. G. Alcantar G. y L. I. Trejo-Téllez (eds.). Mundi-Prensa México y Colegio de Posgraduados. México, D .F. pp. 250-272.

Galindo-Reyes, M. A.; F. Garibaldi-Márquez y F. Perdomo-Roldán. 2011. Disminución de la presencia de palo negro en vid mediante aplicación foliar de potasio, calcio y magnesio. *In*: Memorias de la XXIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México. pp. 605-609.

García, Y., W. Ramírez y S. Sánchez. 2012. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso.Pastos y Forrajes 35: 125-138.

Palma, M. J. F. 2006. Guía de manejo. Nutrición vegetal de especialidad. Uva de mesa. SQM. The worldwide business formula. Santiago, Chile. 135 pp.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Cierre de la producción agrícola por estado: uva. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). [Consultado: 22 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx.

MÉTODO DE CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA PARA LA CUANTIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ÉSTERES DE FORBOL

Rafael Jiménez Ocampo[1*], Jorge Alberto Rodríguez González[2], Rigoberto Rosales Serna[1], 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. [2]Biotecnología Industrial, CIATEJ, Guadalajara, Jalisco, México C. P. 44270. *jimenez.rafael@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La cromatografía en capa fina (CCF) es uno de los métodos de separación más versátiles y empleados en cromatografía. Actualmente, la mayoría de las etapas de este método ya están automatizadas y la moderna HPTLC (cromatografía en capa fina de alta resolución) permite la cuantificación con alta sensibilidad y buena reproductibilidad de un gran número de moléculas de interés. El término forbol se utiliza para describir la familia de compuestos naturales que puede ser denominado tigliane diterpenos (Evans, 1986). Los ésteres de forbol son definidos como compuestos policíclicos en el que dos grupos hidroxilo en átomos de carbono vecinos están esterificados con ácidos grasos, entre otras moléculas. Los ésteres de forbol pueden contener 1, 2 o 3 ácidos grasos unidos a sus grupos hidroxilo y dependiendo del número de ácidos grasos esterificados y de la longitud del ácido, estos pueden tener diferente hidrofobicidad lo que les otorga un grado de polaridad que permite una migración diferente y esta propiedad puede emplearse para separarlos por CCF empleando mezclas de solventes polares y apolares, con el propósito de cuantificar los ésteres de forbol (EF) contenidos en la pasta de *Jatropha curcas* proveniente de la extracción de aceite, se implementó una técnica de cromatografía en capa fina de alta resolución (HPTLC) para cuantificar estos esteres empleando estándares comerciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el depositó de la muestra en una placa con indicador de fluorescencia UV 254 nm de 10x10 cm (Alto x Largo) a 10 mm de distancia del borde de la placa y se depositaron 5µL de muestra por con un largo de banda de 6 mm y una separación de 8 mm entre cada muestra. Para la placa se prepararon 20 mL de una mezcla de dietil éter/heptano/ácido acético/agua, 97.5/5/1/0.25 (v/v/v/v) en presencia de BHT. Se depositó la solución de elución en una cámara de migración de 10x15 cm y se dejó en equilibrio por 15 minutos. Para el análisis y cuantificación de los ésteres de forbol en la CCF se empleó un escáner CAMAG III, el cual permitió cuantificar el área de una mancha al incidir un haz de luz y medir su absorbancia,

transmitancia o fluorescencia en un espectro de 200-800 nm. Se colocó la CCF en el plato de carga del escáner CAMAG III y se definió el ancho de banda de 10 x 0.9 mm. Se ejecutó una longitud del trayecto de lectura de 95 mm y leer la absorbancia a 254 nm. Para el caso de los estándares se realizó una curva que relacionó el área obtenida con respecto a la cantidad (nMoles) depositada, para las muestras empleadas las áreas de las manchas correspondieron al índice de referencia de cada molécula estándar y se procedió a su cuantificación usando la curva estándar calculada para cada especie.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se logró encontrar una fase móvil que permitió separar los diferentes estándares de forbol de acuerdo a sus esterificaciones y contenido en ácidos grasos a excepción de diésteres de forbol con ácidos grasos de cadena corta muy similar (acetato y butirato). En estas condiciones sería muy difícil separar el EF 12A13A del 12B13B, sin embargo dada la heterogeneidad que puede existir de ésteres el no poder separar estas dos especies no es tan perjudicial, aunque su migración se acerca demasiado al EF 12D13D. La separación entre los diésteres si se agregara una pequeña cantidad de agua que permitiría migrar un poco menos los EF y así poder tener mayor margen de migración entre las especies (Figura 1).

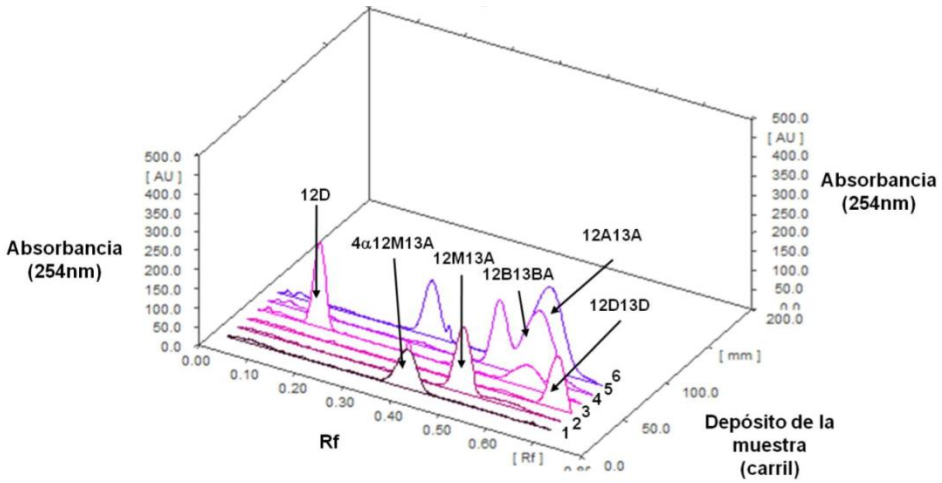


Figura 1. Cromatogramas de absorbancia a 254 nm de los estándares separados por CFF. 1: 4α-forbol 12-miristato-13-acetato (4α12M13A); 2) Forbol 12-miristato-13-acetato (12M13A); 3: Forbol 12-decanoato-13-decanoato (12D13D); 4: 1: Forbol 12-decanoato (12D); 5: 12-butirato-13-butirato (12B13B); 6: forbol 12-acetato-13-acetato (12A13A). Fase móvil: dietil éter/heptano/ácido acético, 97.5/5/1/ (v/v/v) en presencia de BHT.

De los cromatogramas presentados en la Figura 1, se pueden obtener curvas que relacionen el área y la cantidad del estándar (nmoles). Las curvas estándar obtenidas para cada estándar se muestran en la Figura 3. Las curvas fueron ajustadas a un modelo polinomial de segundo grado con coeficientes de correlación superiores 0.99. Todos los estándares mostraron coeficientes similares a excepción del 12M13A, sin embargo los valores encontrados para este EF son cercanos a los demás. La capacidad de absorber de manera similar se debe a que el forbol que es base de la estructura de los todos los EF tiene una absorbancia intrínseca que permite cuantificarlo en el UV. Debido a lo anterior, se puede tomar como base de cuantificación la curva estándar de cualquier EF, de preferencia aquella del EF que migre de manera similar a la mancha de la muestra a analizar.

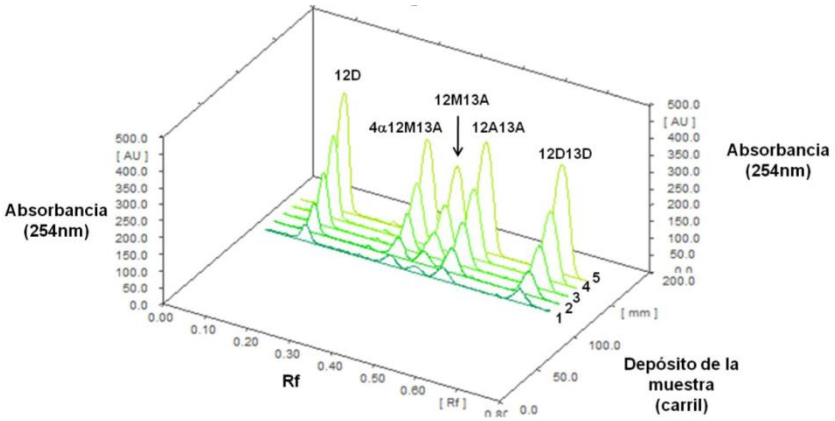


Figura 2. Cromatogramas de absorbancia a 254 nm de los estándares separados por CCF. 1) 0.5 nmoles; 2) 1.0 nmoles; 3) 2.0 nmoles; 4) 4.0 nmoles y 5) 8.0 nmoles de cada molécula presente. Abreviaciones: Forbol 12-decanoato (12D); 4α-forbol 12-miristato-13- acetato (4α12M13A); forbol 12-miristato-13-acetato (12M13A); forbol 12-acetato-13-acetato (12A13A); forbol 12-decanoato-13-decanoato (12D13D); relación del frente de migración (Rf).

De los cromatogramas presentados en la Figura 2 se obtuvieron curvas que se relacionan con el área y la cantidad del estándar (nmoles). Las curvas estándar obtenidas para cada estándar se muestran en la Figura 3. En esta Figura todas las curvas fueron ajustadas a un modelo polinomial de segundo grado con coeficientes de correlación superiores 0.99. Todos los estándares mostraron coeficientes similares a excepción del 12M13A, sin embargo los valores encontrados para este EF son cercanos a los demás. La capacidad de absorber de manera similar se debe a que el forbol que es base de la estructura de los todos los EF tiene una absorbancia intrínseca que permite cuantificarlo en el UV. Debido a lo anterior, se puede tomar como base de cuantificación la curva estándar de cualquier EF, de preferencia aquella del EF que migre de manera similar a la mancha de la muestra a analizar.

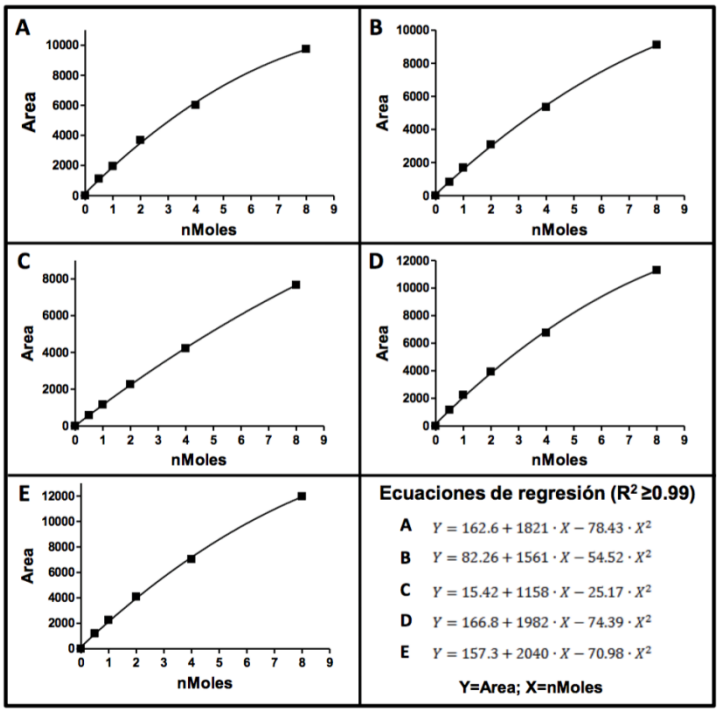


Figura 3. Curvas estándar generadas a partir de los cromatogramas obtenidos por analisis densitometrico de la CCF a 254nm. A) Forbol 12-decanoato (12D); B) 4α-forbol 12-miristato- 13-acetato (4α12M13A); C) forbol 12-miristato-13-acetato (12M13A); D) forbol 12-acetato- 13-acetato (12A13A); E) forbol 12-decanoato-13-decanoato (12D13D); F) Ecuaciones de regresión polinomial de segundo orden obtenida para cada curva estándar cuyo coeficiente de regresión (R2)fue mayor de 0.99 en todos los casos

La técnica de HPTLC permitió separar adecuadamente 5 estándares de EF con diferentes esterificaciones y ácidos grasos. Fue posible cuantificar por densitometría a 254 nm desde 0.5 hasta 8 nMoles (de 0.22 hasta 3. 58 µg del éster de forbol menos pesado). Esta técnica permitió cuantificar alrededor 0.491 mg (equivalentes de EF 12M13A)/gr de pasta de jatropha seca que se encuentra dentro de los rangos reportados para este residuo. Esta metodología es una herramienta muy útil que puede ser empleada para la cuantificación de los esteres presentes en pastas de *Jatropha curcas* después del proceso de detoxificación de pasta jatropha por vía fisicoquímica, enzimática o microbiológica.

CONCLUSIONES

Se logró implementar una metodología por cromatografía en capa fina (CCF) que permite cuantificar ésteres de forbol (EF) de diferente grado esterificación y con distintos ácidos grasos esterificados. Esta metodología fue empleada exitosamente en la cuantificación de esteres de forbol presente en la pasta de jatropha tóxica, el cual puede ser empleado para la cuantificación

de los esteres presentes en pastas de *Jatropha curcas* resultante de la industria aceitera y su posible uso en la alimentación humana y animal.

BIBLIOGRAFÍA

Gaudani, H., M. Gupta, et al. (2009). "Isolation and Characterization of phorbol esters (toxin) from the Jatropha curcas L." International Journal of Microbiology Research 1(1): 1-7.

Joshi, C., P. Mathur, et al. (2011). "Degradation of phorbol esters by Pseudomonas aeruginosa PseA during solid-state fermentation of deoiled Jatropha curcas seed cake." Bioresour Technol 102(7): 4815-9.

Makkar H., Maes, J., et al., (2009) “Removal and Degradation of Phorbol Esters during Pre-treatment and Transesterification of Jatropha curcas Oil”. J Am Oil Chem Soc 86:173–181.

Saetae, D. and W. Suntornsuk (2010). "Antifungal activities of ethanolic extract from Jatropha curcas seed cake." J Microbiol Biotechnol 20(2): 319-24.

CONTROL INTERNO DE CALIDAD DEL ANALISIS DE FÓSFORO EN SUELO Y PLANTA, MEDIANTE EL USO DE UNA MUESTRA DE REFERENCIA EN EL LABORATORIO DEL CENEB-INIFAP

Gerardo Zazueta Encinas[1], Juan Manuel Cortés Jiménez[1], Alma Angélica Ortiz Avalos[1], Miguel Rivera González [2]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 515, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel: (0155)38718700 Ext 81210. [2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria RASPA, Gómez Palacio, Durango. e-mail: solo_gera@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El fósforo es un elemento fundamental para la nutrición de las plantas, es absorbido por éstas en forma de fosfatos mono y diácidos (Sanzano, 2012). En el suelo, el fósforo (P) es un elemento de baja solubilidad y movilidad que se encuentra generalmente en situaciones de deficiencia para el crecimiento vegetal. Una de las formas de evaluar el grado de deficiencia y posteriormente diagnosticar la cantidad de P a agregar al suelo, es mediante soluciones extractantes que remueven del suelo una cierta cantidad de P, considerada asimilable por las plantas (Fernández y Mendoza, 2007). La determinación del fósforo en el suelo es esencial para establecer las recomendaciones de fertilizantes fosfatados para obtener los máximos rendimientos y beneficios económicos (Zapata y Fardeau,1998). Un sistema agrícola sostenible requiere que el P sea añadido a suelos pobres, de modo que una cantidad adecuada esté presente, ya que el P disponible del suelo es uno de los factores que influyen en el rendimiento de los cultivos. Por tanto, para diagnosticar la necesidad de fertilización es imprescindible utilizar métodos químicos que estimen la disponibilidad de fosfatos en los suelos y sus transformaciones con la aplicación de fertilizantes (Carbonell *et al.,* 2003).

El análisis de suelo es una herramienta fundamental para el manejo de fósforo. Se ha dedicado un gran esfuerzo al desarrollo de métodos químicos para evaluar los niveles de nutrimentos disponibles en el suelo para las plantas; sin embargo, para que sean confiables, es necesario calibrar en campo los resultados de dichos análisis con las respuestas de los cultivos al uso de los fertilizantes (Ramírez *et al.,* 1988). El análisis de suelo, proporciona sólo un índice del fósforo disponible en suelo para las plantas, o sea este valor corresponde a un reflejo del suministro natural del suelo, lo que por diferencia con los requisitos de fósforo de la especie, permiten estimar las necesidades de fósforo a suplementar como fertilizante (Rojas, 2006).

Cuando se trata de un análisis de suelo o de tejido vegetal, la precisión depende principalmente de la precisión del método (incluido el instrumento), del tamaño y calidad de la muestra y del cuidado que tenga el laboratorista al efectuar el análisis y registrar los datos (Salinas y García,1985). Al efectuar un análisis, el analista debe verificar en primer lugar la precisión de las mediciones para luego buscar su exactitud. La precisión se refiere a la dispersión de los datos obtenidos en las repeticiones de un análisis, de tal manera que si aquella es grande, la precisión es baja y viceversa. La exactitud alude al mayor o menor ajuste que tengan los resultados con respecto al valor real del sistema o medio que se mide. Se observa por lo tanto que un método de análisis puede tener mucha precisión pero poca exactitud. Los análisis deben cumplir con ambas condiciones si se desea tener resultados de calidad (Salinas y García, 1985).

La evaluación de la calidad se define como el conjunto específico de actividades planificadas y ejecutadas con el objetivo de asegurar que las actividades implícitas en el control de calidad sean adecuadas y efectivas (Sadzawka, 2000). Para usar el análisis de suelo como una herramienta de diagnóstico de máxima eficiencia deben cumplirse las siguientes condiciones: La muestra de suelo debe ser representativa del sector de interés, los procedimientos analíticos deben ser los mismos o equivalentes a los usados en los ensayos de calibración, los resultados de los laboratorios deben ser exactos y precisos (Sadzawka *et al.,* 2005). El objetivo de este trabajo fue evaluar la precisión de los resultados obtenidos de una muestra patrón para la determinación de fósforo Bray P1 en suelos y fósforo total en plantas del Valle del Yaqui, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta evaluación se llevó acabo en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Nutrición Vegetal del Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP. De la base de datos del laboratorio se obtuvieron los valores de fósforo Bray P1 de la muestra de suelo y de fósforo total en muestras de planta utilizadas como patrón, utilizando la metodología de la NOM-121-RECNAT-2000 para el suelo y la de mezcla tríacida para planta. Para el caso de suelo esta muestra fue utilizada en 29 ocasiones en un total de 657 muestras en el año 2015, con un promedio de una muestra patrón por cada 22.6 muestras. Así mismo para planta ésta fue utilizada en 19 ocasiones en un total de 250 muestras en el año 2015, con un promedio de una muestra patrón por cada 13.1 muestras. A estos datos se les realizó un análisis estadístico y se determinaron las siguientes variables: valor máximo, mínimo, mediana, rango, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se reportan en el Cuadro 1 y 2, para suelo y planta respectivamente. Los valores de fósforo en las 29 muestras analizadas en suelo, presentaron un valor máximo de 36.7 ppm, un mínimo de 31.3, con un rango de 5.4. La media fue de 34.1 ppm, una desviación estándar de 1.56 ppm. El coeficiente de variación fue del 5%, lo cual indica que el laboratorio trabaja con una precisión adecuada en la determinación de fósforo Bray P1 en suelos agrícolas, el coeficiente de variación compara la precisión de la metodología utilizada así como al analista, esto bajo condiciones similares, así mismo puede usarse como una parte del sistema interno de calidad cuando se hace una prueba de precisión de muestra patrón

Cuadro1. Valores Estadísticos de fósforo en muestra patrón de suelo.

Variable	Fósforo Bray P-1
Máximo	36.7
Mínimo	31.3
Mediana	34.0
Rango	5.4
Media	34.1
Desv Estd	1.56
C.V	0.05

n=29

En el cuadro 2 se indica los valores de fósforo en planta en las 19 muestras analizadas; presentaron un valor máximo 0.158%, un mínimo de 0.146%, con un rango de 0.012. La media fue de 0.151% y con una desviación estándar de 0.00; según Cooper (1997), la desviación estándar nos indica la dispersión de nuestros resultados en base a la media, esto nos indica que nuestros resultados se presentan con poca dispersión. Así mismo presenta un coeficiente de variación del 2%, lo que representa que se trabaja con una precisión adecuada y que los resultados de las muestras analizadas son confiables para los productores del Valle del Yaqui y los investigadores de la región.

Cuadro 2. Valores estadísticos de fósforo en muestra patrón de planta.

Variable	Fósforo Total
Máximo	0.158
Mínimo	0.146
Mediana	0.151

Rango	0.012
Media	0.151
Desv Estd	0.00
C.V	0.02

n=19

Es de suma importancia llevar a cabo este tipo de controles y comparaciones ya que de esta manera permite ofrecer un servicio confiable de análisis de suelo a productores e investigadores de la región. Estos resultados se pueden considerar como una evaluación de la calidad interna según Sadzawka R (2000), la cual se lleva a cabo por el personal del laboratorio, realizando los siguientes pasos: Comparar estadísticamente los resultados obtenidos en diferentes días por el mismo operador y por operadores diferentes. Introducir en el trabajo de rutina del laboratorio muestras de referencia.

CONCLUSIONES

Se encontró un coeficiente de variación de 5% en las muestras se suelo y con un 2% en las muestras de planta por lo que se concluyó que el laboratorio realiza la determinación de fósforo en suelo y planta con una precisión adecuada, lo cual indica que el laboratorio trabaja con una precisión adecuada en la determinación de fósforo Bray P1 en suelos agrícolas y fósforo total lo que permite ofrecer un servicio confiable de análisis de suelo a productores e investigadores de la región.

BIBLIOGRAFÍA

Carbonell YRR, Herrera J. (2003). Evaluación de Métodos de Análisis de Fósforo Disponible en Suelos Fertilizados con Rocas Fosfóricas. Instituto Nacional de ciencias Agrícolas, Ciego de Ávila Cuba.

Castellanos RJZ, Cueto WJA, Macías CJ, Salinas GJR, Tapia VLM, Cortés JJM, González AJ, Mata VH, Mora GM, Vásquez HA, Valenzuela SC, Enríquez RSA. 2005. La Fertilización en los Cultivos de Maíz, Sorgo y Trigo en México. Celaya Guanajuato, México. p 20.

Cooper, E.G. 1997. Sistemas de Control de Calidad Básico e Intermedio para el Laboratorio Clínico. Segunda edición. Bio-Rad Laboratories. División de Control de Calidad. Irvine, CA.

NOM-021-SEMARNAT. 2000. Norma oficial mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis. 31 Diciembre 2002.

Ramírez R, TJ, De Silva L.C, Rodríguez T y Chirinos A. (1988). Calibración de cuatro Métodos de Análisis de Suelo con la Respuesta del Maní a la fertilización con fósforo. Agronomía Tropical. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Apdo.4653. Maracay, Venezuela.

Rojas WC. 2006 Interpretación de la disponibilidad del fósforo en los suelo de chile. Centro regional de investigación INIA La platina. Temuco Chile. http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33850.pdf. Accedido el 02-Jul-12

Sadzawka R. 2000. Principios de la calidad en los laboratorios. Curso la calidad en el análisis de suelo. Editores. Sadzawka A. Flores P.H. Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago de Chile. http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR26574.pdf. Accedido 04-Jul-12

Sadzawka R, AZ Grez, RR Carrasco. 2005. Evaluación Analítica de Laboratorios de Análisis de Suelos en

Chile. R.C. Suelo Nutr. Veg. dic. 2005, vol.5, no.p.26-34. <http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912005000200005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-2791. Accedido 17-Jul-12

Salinas, JG y García, R. 1985. Métodos Químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Programas de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. 83p

Sanzano, A. 2012. El fósforo del Suelo. Química del Suelo-El fósforo. Cartillas, Catedral de Edafología. Facultad de Agronomía y Zootecnia. UNT. Disponible en http://www.edafologia.com.ar/Descargas/Cartillas/Fósforo%20del%20Suelo.pdf Accedido en 09 May.2012

Zapata, F y JC Fardeau. 1998. Metodologías isotópicas en estudios sobre el fósforo. En: E. Casanova (ed.) Manejo eficiente de los recursos fosfatados con énfasis en rocas fosfóricas de aplicación directa. Universidad Central de Venezuela, OIEA/FAO, p. 4-11.

CONTROL INTERNO DE CALIDAD DEL ANALISIS DE MACROELEMENTOS (Ca, Mg, Na y K) EN SUELO Y PLANTA, MEDIANTE EL USO DE UNA MUESTRA DE REFERENCIA EN EL LABORATORIO DEL CENEB-INIFAP

Gerardo Zazueta Encinas[1], Juan Manuel Cortés Jiménez[1], Alma Angélica Ortiz Avalos[1], Miguel Rivera González [2]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 515, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel: (0155)38718700 Ext 81210.
[2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria RASPA, Gómez Palacio, Durango.
e-mail: solo_gera@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los nutrientes de las plantas son esenciales para la producción suficiente de alimentos saludables que satisfagan a la creciente población mundial. Por lo tanto, los nutrientes para las plantas son un componente vital en cualquier sistema de agricultura sostenible Las plantas toman los nutrientes principalmente de las reservas del suelo, los fertilizantes minerales, las fuentes orgánicas, el nitrógeno atmosférico a través de la fijación biológica, las deposiciones aéreas de origen eólico y pluvial, irrigación, aguas subterráneas o inundación, y sedimentación provocada por las escorrentías (FAO, 1999).

Una de la principales funciones del calcio (Ca) en la planta es formar parte de la estructura de la protopectina, como agente cementante para mantener las células unidas, estando localizado en la lámina media y en la pared primaria celular, además participa en la regulación de la absorción de nitrógeno, la translocación de los carbohidratos y proteínas, la neutralización de los ácidos orgánicos y la activación de algunas enzimas, tales como amilasa y fosfolipasa (Navarro y Navarro, 2000), El magnesio (Mg) es un componente específico de la clorofila en la que un átomo de Mg está ligado a cuatro anillos pirrólicos, además cumple un rol específico como activador de enzimas involucradas en la respiración, fotosíntesis y síntesis de ADN y ARN (Wild y Jones, 1992). El potasio (K) activa muchas enzimas que son esenciales en la fotosíntesis y la respiración, también participa en la producción de ATP, la síntesis de almidón y proteínas, y en el proceso de la fotosíntesis y el metabolismo de los carbohidratos (Navarro y Navarro, 2000).

El análisis de suelo es una herramienta fundamental para el manejo de macro elementos. Se ha dedicado un gran esfuerzo al desarrollo de métodos químicos para evaluar los niveles de nutrimentos disponibles en el suelo para las plantas; sin embargo, para que sean confiables, es necesario calibrar en campo los resultados de dichos análisis con las respuestas de los cultivos

al uso de los fertilizantes (Ramírez *et al.,* 1988). El análisis de suelo, proporciona sólo un índice de los macro elementos disponible en suelo para las plantas, o sea este valor corresponde a un reflejo del suministro natural del suelo (Rojas, 2006).

El análisis de suelos es una herramienta de gran utilidad para diagnosticar problemas nutricionales y establecer recomendaciones de fertilización. Entre sus ventajas se destaca por ser un método rápido y de bajo costo, que permite ser utilizado ampliamente por agricultores y empresas. La interpretación de los análisis se basa en estudios de correlación y calibración con la respuesta de las plantas a la aplicación de una cantidad dada del nutriente (Molina, 2013).

Cuando se trata de un análisis de suelo o de tejido vegetal, la precisión depende principalmente de la precisión del método (incluido el instrumento), del tamaño y calidad de la muestra y del cuidado que tenga el laboratorista al efectuar el análisis y registrar los datos. Al efectuar un análisis, el analista debe verificar en primer lugar la precisión de las mediciones para luego buscar su exactitud. La precisión se refiere a la dispersión de los datos obtenidos en las repeticiones de un análisis, de tal manera que si aquella es grande, la precisión es baja y viceversa. La exactitud alude al mayor o menor ajuste que tengan los resultados con respecto al valor real del sistema o medio que se mide. Se observa por lo tanto que un método de análisis puede tener mucha precisión pero poca exactitud. Los análisis deben cumplir con ambas condiciones si se desea tener resultados de calidad (Salinas y García,1985).

La evaluación de la calidad se define como el conjunto específico de actividades planificadas y ejecutadas con el objetivo de asegurar que las actividades implícitas en el control de calidad sean adecuadas y efectivas (Sadzawka, 2000). Para usar el análisis de suelo como una herramienta de diagnóstico de máxima eficiencia deben cumplirse las siguientes condiciones: La muestra de suelo debe ser representativa del sector de interés, los procedimientos analíticos deben ser los mismos o equivalentes a los usados en los ensayos de calibración, los resultados de los laboratorios deben ser exactos y precisos (Sadzawka *et al.,* 2005). El objetivo de este trabajo fue evaluar la precisión de los resultados obtenidos de una muestra patrón para la determinación de macro elementos (Ca, Mg, Na y K) en suelos y en plantas del Valle del Yaqui, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta evaluación se llevó acabo en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Nutrición Vegetal del Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP. De la base de datos del laboratorio se obtuvieron los valores Ca, Mg, Na y K de las muestra de suelo y planta utilizadas como patrón o referencia, el método utilizado es el de acetato de amonio especificado por la NOM-021-RECNAT-2000 para suelo y el de la digestión por mezcla tríacida para planta. Para el caso de suelo esta muestra fue utilizada en 12 ocasiones en un total de 120 muestras en el año 2015 con un promedio de una muestra patrón por cada 10 muestras. Así mismo para las de planta esta fue utilizada en 13 ocasiones en un total de 207 muestras en el año 2015, con un promedio de una muestra patrón por cada 15.9 muestras. A estos datos se les realizó un análisis estadístico y se determinaron las siguientes variables: valor máximo, mínimo, mediana, rango, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se reportan en el cuadro 1 y 2, para suelo y planta respectivamente. Los valores máximos en suelo para Ca, Mg, Na y K en las 12 ocasiones utilizadas fueron de 39.6, 6.85, 2.31 y 1.89 meq/100 g respectivamente. Con valor como mínimo de 33.1, 5.41, 2.00 y 1.47 para Ca, Mg, Na y K meq/100 g respectivamente. Así mismo presenten un rango de 6.5, 1.44, 0.31 y 0.42, en el orden anteriormente mencionados. Además se obtuvieron desviaciones estándar de 2.13, 0.47, 0.10 y 0.15 para Ca, Mg, Na y K. Otro aspecto importante de mencionar son los coeficientes de variación obtenidos cuales todos se encuentran por debajo de 9% lo que nos indica que el laboratorio se encuentra trabajando con una precisión adecuada en lo que respecta a las determinaciones de Ca, Mg, Na y K en suelo.

Cuadro1. Valores estadísticos de calcio, magnesio, sodio y potasio en muestra patrón de suelos.

Variable	**Calcio**	**Magnesio**	**Sodio**	**Potasio**
Máximo	39.6	6.85	2.31	1.89
Mínimo	33.1	5.41	2.00	1.47
Mediana	37.2	6.01	2.11	1.72
Rango	6.5	1.44	0.31	0.42
Media	36.6	6.09	2.12	1.70
Desv Estd	2.13	0.47	0.10	0.15
C.V	0.06	0.08	0.05	0.09

n=12

En el cuadro 2 se indican los valores de macro elementos en planta en 13 ocasiones en que muestra fue utilizada como patrón o referencia; presentaron un valor máximo de 2.62, 0.61, 0.15 y 1.03 % para Ca, Mg, Na y K respectivamente. Como valores mínimos se obtuvieron para Ca, Mg, Na y K 2.31, 0.57, 0.11 y 0.96 % respectivamente, así mismo un rango de 0.31, 0.04, 0.04 y 0.07 %. Además se obtuvieron las desviaciones estándar para cada elemento 0.08, 0.01, 0.01 y 0.02 para Ca, Mg, Na y K. Otro aspecto que es de suma importancia mencionar es que se obtuvieron coeficientes de variación por debajo del 9% lo que indica que el laboratorio se encuentra trabajando con una precisión aceptable. Así mismo estos resultados se pueden considerar como una evaluación de la calidad interna según Sadzawka R (2000), la cual se lleva a cabo por el personal del laboratorio. Es importante considerar llevar a cabo este tipo de controles y comparaciones ya que de esta manera permite ofrecer un servicio confiable de análisis de suelo a productores e investigadores de la región.

Cuadro2. Valores estadísticos de calcio, magnesio, sodio y potasio en muestra patrón de planta.

Variable	**Calcio**	**Magnesio**	**Sodio**	**Potasio**
Máximo	2.62	0.61	0.15	1.03
Mínimo	2.31	0.57	0.11	0.96
Mediana	2.44	0.60	0.12	1.00
Rango	0.31	0.04	0.04	0.07
Media	2.43	0.60	0.13	1.00
Desv Estd	0.08	0.01	0.01	0.02
C.V	0.03	0.02	0.09	0.02

n=13

Según Ramírez y Blanco (2001), es importante que el laboratorio realice periódicamente este tipo de controles para verificar la exactitud y la precisión de los resultados obtenidos, para que en un determinado momento en que se encuentre una inconformidad actuar rápidamente corrigiéndola.

CONCLUSIONES

En base a los coeficiente de variación obtenido en la muestra de suelo y planta que se encuentran por debajo del 9% se llegó a la conclusión que el laboratorio realiza las determinaciones de Ca, Mg, Na y K en suelo y planta con una precisión adecuada lo cual indica que el laboratorio trabaja con una precisión aceptable en la determinación de estas características de los suelos y plantas, de tal manera que esto permite ofrecer un servicio confiable de análisis a productores e investigadores de la región.

BIBLIOGRAFÍA

Castellanos RJZ, Cueto WJA, Macías CJ, Salinas GJR, Tapia VLM, Cortés JJM, González AJ, Mata VH, Mora GM, Vásquez HA, Valenzuela SC, Enríquez RSA. 2005. La Fertilización en los Cultivos de Maíz, Sorgo y Trigo en México. Celaya Guanajuato, México. p 20.

FAO, 1999. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. Dirección de fomento de tierras y aguas organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, 1999.

Molina, N.C, Guevara, D.A, Fernández, A. 2013. Físico-química del Suelo. Cátedra de Edafología. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

Navarro, S. y G. Navarro. 2000. Química agrícola. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

NOM-021-SEMARNAT. 2000. Norma oficial mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis. 31 Diciembre 2002.

Rodríguez, B.G., y Blanco, S.R. 2001. Aseguramiento de la calidad analítica y norma ISO 17 025 en laboratorios clínicos y químicos. Revista Costarricense de Ciencias Médicas. ISSN 0253-2948

Rojas WC. 2006 Interpretación de la disponibilidad del fósforo en los suelo de chile. Centro regional de investigación INIA La platina. Temuco Chile. http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33850.pdf. Accedido el 02-Jul-12

Sadzawka R. 2000. Principios de la calidad en los laboratorios. Curso la calidad en el análisis de suelo. Editores. Sadzawka A. Flores P.H. Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago de Chile. http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR26574.pdf. Accedido 04-Jul-12

Sadzawka R, AZ Grez, RR Carrasco. 2005. Evaluación Analítica de Laboratorios de Análisis de Suelos en Chile. R.C. Suelo Nutr. Veg. dic. 2005, vol.5, no.p.26-34. <http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912005000200005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-2791. Accedido 17-Jul-12

Salinas, JG y García, R. 1985. Métodos Químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Programas de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. 83p

Wild A. y L.H.P. Jones. 1992. Nutrición mineral de las plantas cultivadas. pp. 73-119. En: Wild, A. (ed.). Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russel. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

CONTROL INTERNO DE CALIDAD DEL ANALISIS DE MICROELEMENTOS (Cu, Fe, Zn y Mn) EN SUELO Y PLANTA, MEDIANTE EL USO DE UNA MUESTRA DE REFERENCIA EN EL LABORATORIO DEL CENEB-INIFAP

Gerardo Zazueta Encinas[1], Juan Manuel Cortés Jiménez[1], Alma Angélica Ortiz Avalos[1], Miguel Rivera González[2]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 515, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel: (0155)38718700 Ext 81210.
[2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria RASPA, Gómez Palacio, Durango.
e-mail: solo_gera@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los principales micro elementos monitoreados son cobre (Cu), los principales síntomas de deficiencia son hojas jóvenes que se blanquean de modo permanente, sin manchas ni necrosis marcadas, se forman escobas de bruja. En fierro (Fe) los síntomas por deficiencia son extensa clorosis de las hojas, cuyas nervaduras permanecen verdes durante más tiempo, probablemente a causa de que la concentración de hierro en ellos es más alta. Las hojas jóvenes quedan más afectadas. En raíces se puede provocar una inhibición de la elongación, incremento del diámetro y aumento de pelos radicales. En zinc (Zn), los principales síntomas son clorosis inter venal de las hojas viejas que se inician en los ápices y bordes, falta de expansión de los limbos foliares (hojas pequeñas) y de elongación de los tallos, originando típicas plantas en roseta, ya que los entrenudos no se elongan. Para el caso de manganeso (Mn) los principales síntomas de deficiencia son en las hojas jóvenes y consisten primordialmente en clorosis y necrosis en zonas inter venales. A veces se puede confundir con la deficiencia de hierro, ya que las nervaduras más finas tienden a permanecer verdes (Alcaraz, 2012).

El análisis de suelos es una herramienta de gran utilidad para diagnosticar problemas nutricionales y establecer recomendaciones de fertilización. Entre sus ventajas se destaca por ser un método rápido y de bajo costo, que permite ser utilizado ampliamente por agricultores y empresas. La interpretación de los análisis se basa en estudios de correlación y calibración con la respuesta de las plantas a la aplicación de una cantidad dada del nutriente. El análisis de suelos está basado en la teoría de que existe un nivel crítico en relación al procedimiento analítico utilizado y a la respuesta del cultivo cuando se aplica un determinado nutriente. Cuando el nivel de un nutriente se encuentra debajo o por encima del nivel crítico, el

crecimiento de la planta se verá afectado en forma negativa o positiva según dicha concentración (Molina, 2013).

Cuando se trata de un análisis de suelo o de tejido vegetal, la precisión depende principalmente de la precisión del método (incluido el instrumento), del tamaño y calidad de la muestra y del cuidado que tenga el laboratorista al efectuar el análisis y registrar los datos (Salinas y García,1985). Al efectuar un análisis, el analista debe verificar en primer lugar la precisión de las mediciones para luego buscar su exactitud. La precisión se refiere a la dispersión de los datos obtenidos en las repeticiones de un análisis, de tal manera que si aquella es grande, la precisión es baja y viceversa. La exactitud alude al mayor o menor ajuste que tengan los resultados con respecto al valor real del sistema o medio que se mide. Se observa por lo tanto que un método de análisis puede tener mucha precisión pero poca exactitud. Los análisis deben cumplir con ambas condiciones si se desea tener resultados de calidad (Salinas y García, 1985).

La evaluación de la calidad se define como el conjunto específico de actividades planificadas y ejecutadas con el objetivo de asegurar que las actividades implícitas en el control de calidad sean adecuadas y efectivas (Sadzawka, 2000). Para usar el análisis de suelo como una herramienta de diagnóstico de máxima eficiencia deben cumplirse las siguientes condiciones: La muestra de suelo debe ser representativa del sector de interés, los procedimientos analíticos deben ser los mismos o equivalentes a los usados en los ensayos de calibración, los resultados de los laboratorios deben ser exactos y precisos (Sadzawka *et al.,* 2005). El objetivo de este trabajo fue evaluar la precisión de los resultados obtenidos de una muestra patrón para la determinación de micro elementos (Cu, Fe, Zn y Mn) en suelos y en plantas del Valle del Yaqui, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta evaluación se llevó acabo en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Nutrición Vegetal del Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP. De la base de datos del laboratorio se obtuvieron los valores de micro elementos Cu, Fe, Zn y Mn de las muestra de suelo y planta utilizadas como patrón o referencia, el método utilizado es el de extracción con DTPA de la NOM-121-RECNAT-2000 para suelo y el de la digestión por mezcla tríacida para planta. Para el caso de suelo esta muestra fue utilizada en 10 ocasiones en un total de 119 muestras en el año 2015 con un promedio de una muestra patrón por cada 11.9 muestras. Así

mismo para las de planta esta fue utilizada en 13 ocasiones en un total de 236 muestras en el año 2015, con un promedio de una muestra patrón por cada 18.1 muestras. A estos datos se les realizó un análisis estadístico y se determinaron las siguientes variables: valor máximo, mínimo, mediana, rango, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se reportan en el Cuadro 1 y 2, para suelo y planta respectivamente. Los valores máximos en suelo para Cu, Fe, Zn y Mn en las 10 ocasiones utilizadas fueron de 1.69, 2.65, 0.59 y 8.08 ppm respectivamente. Con valor mínimo de 1.33, 2.07, 0.51 y 6.68 para Cu, Fe, Zn y Mn ppm respectivamente. Así mismo presentan un rango de 0.36, 0.58, 0.08 y 1.40, en el orden anteriormente mencionado. Además se obtuvieron desviaciones estándar de 0.14, 0.20, 0.03 y 0.42 para Cu, Fe, Zn y Mn. Otro aspecto importante de mencionar son los coeficientes de variación obtenidos, los cuales son inferiores al 10% lo que indica que el laboratorio se encuentra trabajando con una precisión adecuada en lo que respecta a micro elementos en el suelo.

Cuadro1. Valores Estadísticos de micro elementos en muestra patrón de suelos.

Variable	**Cobre**	**Fierro**	**Zinc**	**Manganeso**
Máximo	1.69	2.65	0.59	8.08
Mínimo	1.33	2.07	0.51	6.68
Mediana	1.43	2.39	0.54	6.96
Rango	0.36	0.58	0.08	1.40
Media	1.48	2.38	0.54	7.09
Desv Estd	0.14	0.20	0.03	0.42
C.V	0.09	0.08	0.06	0.06

n=10

En el cuadro 2 se reportan los valores de micro elementos en planta en 13 ocasiones en que la muestra fue utilizada como patrón o referencia; presentaron un valor máximo de 7.40, 312.0, 34.4 y 122.7 ppm para Cu, Fe, Zn y Mn respectivamente. Como valores mínimos se obtuvieron para Cu, Fe, Zn y Mn 6.80, 303.7, 29.5 y 114.1 ppm respectivamente, así mismo un rango de 0.60, 8.3, 4.9 y 8.6 ppm. Además se obtuvieron las desviaciones estándar para elemento 0.19, 2.79, 1.47 y 2.72 para Cu, Fe, Zn y Mn. Otro aspecto que es de suma importancia mencionar es que se obtuvieron coeficientes de variación por debajo del 5% lo que indica que el laboratorio trabaja con una precisión aceptable.

Estos resultados se pueden considerar como una evaluación de la calidad interna según Sadzawka R (2000), la cual se lleva a cabo por el personal del laboratorio, realizando los siguientes pasos: Comparar estadísticamente los resultados obtenidos en diferentes días por el mismo operador y por operadores diferentes. Introducir en el trabajo de rutina del laboratorio muestras de referencia. Así mismo tener un buen control de la precisión de los resultados también incluye el tener buenos procedimientos, materiales y el equipamiento necesario. Llevar a cabo este tipo de controles y comparaciones es importante ya que de esta manera permite ofrecer un servicio confiable de análisis de suelo a productores e investigadores de la región.

Cuadro2. Valores Estadísticos de micro elementos en muestra patrón de planta.

Variable	**Cobre**	**Fierro**	**Zinc**	**Manganeso**
Máximo	7.40	312.0	34.4	122.7
Mínimo	6.80	303.7	29.5	114.1
Mediana	7.10	308.5	31.1	118.4
Rango	0.60	8.3	4.9	8.6
Media	7.11	308.2	31.5	118.4
Desv Estd	0.19	2.79	1.47	2.72
C.V	0.03	0.01	0.05	0.02

n=13

Según la FAO (1996), Cuando han de efectuarse numerosos análisis similares durante un cierto período de tiempo, es útil comprobar la coherencia entre los datos mediante el uso de patrones internos, así mismo es posible así comprobar si el método produce datos coherentes durante un período de tiempo y estimar la precisión a largo plazo que se está consiguiendo, además este tipo de controles internos nos permite calcular la precisión del método y del analista.

CONCLUSIONES

El laboratorio realiza la determinación de micro elementos en suelo y planta con una precisión aceptable por lo que le permite ofrecer un servicio confiable de análisis a productores e investigadores de la región, esto en base a los coeficiente de variación obtenido en la muestra de suelo que se encuentran por debajo del 10% y las de planta por debajo del 5%.

BIBLIOGRAFÍA

Alcaraz, A. J.F, 2012. Factor suelo. Geobotánica tema 16. Versión 13 de marzo 2012. Universidad de Murcia, España

Carbonell YRR, Herrera J. 2003. Evaluación de Métodos de Análisis de Fósforo Disponible en Suelos Fertilizados con Rocas Fosfóricas. Instituto Nacional de ciencias Agrícolas, Ciego de Ávila Cuba.

Castellanos RJZ, Cueto WJA, Macías CJ, Salinas GJR, Tapia VLM, Cortés JJM, González AJ, Mata VH, Mora GM, Vásquez HA, Valenzuela SC, Enríquez RSA. 2005. La Fertilización en los Cultivos de Maíz, Sorgo y Trigo en México. Celaya Guanajuato, México. p 20.

FAO 1996, Manuales para el Control de Calidad de los Alimentos. 14: La Garantía de la Calidad en el Laboratorio Químico de Control de los Alimentos. (Estudio FAO: Alimentación y Nutrición - 14/14), Roma 1996.

Molina, N.C, Guevara, D.A, Fernández, A. 2013. Físico-química del Suelo. Cátedra de Edafología. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

NOM-021-SEMARNAT. 2000. Norma oficial mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis. 31 Diciembre 2002.

Rojas WC. 2006 Interpretación de la disponibilidad del fósforo en los suelo de chile. Centro regional de investigación INIA La platina. Temuco Chile. http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33850.pdf. Accedido el 02-Jul-12

Sadzawka R. 2000. Principios de la calidad en los laboratorios. Curso la calidad en el análisis de suelo. Editores. Sadzawka A. Flores P.H. Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago de Chile. http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR26574.pdf. Accedido 04-Jul-12

Sadzawka R, AZ Grez, RR Carrasco. 2005. Evaluación Analítica de Laboratorios de Análisis de Suelos en Chile. R.C. Suelo Nutr. Veg. dic. 2005, vol.5, no.p.26-34. <http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912005000200005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-2791. Accedido 17-Jul-12

Salinas, JG y García, R. 1985. Métodos Químicos para el Análisis de Suelos Ácidos y Plantas Forrajeras. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Programas de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. 83p

RESISTENCIA AL DESGASTE DE PUNTAS DE CUERPOS SUBSOLADORES

Francisco Garibaldi Márquez[1], Raúl Vidal García Hernández[1], Manuel Antonio Galindo Reyes[1], Ernesto Martínez Reyes[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón. km. 32.5 Carretera Aguascalientes-Zacatecas. Pabellón de Arteaga, Ags., México. garibaldi.francisco@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

Los implementos agrícolas están sometidos a desgastes significativos de sus componentes por su interacción directa con el suelo. Las herramientas desgastadas pierden su geometría y son menos efectivas para la labranza, control de malezas, o bien en las labores de siembra (Bayhan, 2006). Este problema ha interesado a diversos investigadores tiempo atrás porque repercute directamente en los costos de producción. Tal es el caso del Consejo Nacional de Investigación de Canadá, quien reportó pérdidas de $940 millones de dólares anuales en la agricultura por cuestiones de desgaste (Kushwaha *et al*., 1990; Bayhan, 2006).

El mecanismo de desgaste de estas herramientas se atribuye a la abrasión, y se caracteriza por la separación de partículas de material de la superficie de la misma. Se debe principalmente a la presencia de partículas de Oxido de Silicio (SiO_2) en el suelo, las que presentan una dureza que supera los 1280 HV (Bednar *et al*., 2013). Así mismo, se ha encontrado relación directa del desgaste con la forma de las partículas del suelo, su tamaño y resistencia. También con las propiedades del suelo como la textura, compactación y contenido de humedad; y los parámetros de trabajo como la profundidad y velocidad, ángulo de impacto entre el suelo y el implemento. (Natsis *et al*., 1999; Er y Par, 2006).

Aunque el desgaste abrasivo de las herramientas de labranza del suelo depende de las propiedades microestructurales y mecánicas del material utilizado, (Natsis *et al*., 1999). Por ejemplo, se ha encontrado que la dureza del material está relacionada directamente con el desgaste. Entonces, los materiales que se utilizan en las herramientas de labranza deben ser lo suficientemente duros, pero también tenaces y lo suficientemente fuertes para resistir impactos y distorsión (Er y Par, 2006).

En este sentido, se han realizado varios trabajos tratando de mitigar este problema en los implementos de labranza. Follyt *et al.* (1988) colocaron una barra de óxido de aluminio (Al_2O_3) en la cara de ataque de un subsolador. Zhang *et al*. (2015) evaluaron el desgaste abrasivo de subsoladores fabricados con acero 65Mn y acero T10, los que recubrieron con un material procedente de un molusco *chlamys farreri.* Reportan que el desgaste se redujo de 17% a 30%

en el subsolador de acero 65Mn recubierto, y de 13% a 24% en el subsolador de acero T10 recubierto.

Así, en este trabajo se planteó el objetivo de evaluar la respuesta en la resistencia al desgaste abrasivo de los materiales WC-Co y Fe-Cr-B aplicados como recubrimientos superficiales a puntas de cuerpos subsoladores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la presente investigación se adquirieron tres puntas comerciales para subsuelo, conocidas como puntas Yeoman. Estas puntas, a su paso bajo la superficie del suelo, tienen la peculiaridad de generar una cavidad que posteriormente permite retener humedad.

Posteriormente, dos de las puntas se recubrieron y una se dejó sin recubrir para tomarse como referencia. Una se recubrió con partículas de polvo de carburo de tungsteno (WC-Co) a través de la técnica de proyección térmica HVOF (High Velocity Oxy Fuel), empleando keroseno como fuente de combustible. El polvo fundido se aceleró de 1525 a 1825 m/s para garantizar energía cinética suficiente para la adherencia de las partículas al sustrato, que es el material de la punta sin recubrir. Otra punta se recubrió con la técnica de proyección térmica de arco eléctrico (TWAS), con electrodos con núcleo de polvo de Fe-Cr-B. La temperatura alzada por el sustrato en ambos procesos fue de 100 a 180°C para no cambiar su microestructura. Previo al recubrimiento, las dos puntas fueron trabajadas con la técnica *sandblast* para eliminar pintura y garantizar el enclavamiento mecánico del material de aporte en el sustrato.

Después se extrajeron tres muestras por cada punta, y se prepararon realizándoles un pulido para eliminar la rugosidad por el acabado de los recubrimientos. Una muestra de cada material se analizó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) con el equipo FESEM Tescan Mira3. En las mismas muestras se seleccionaron tres puntos para el análisis de composición elemental por EDS con el equipo EDS Bruker XFlash 6130.

También se determinó la microdureza Vickers con el equipo Microharness Tester Future Tech FM800 para los tres materiales. Por cada muestra se realizaron diez repeticiones en diferentes puntos seleccionados específicamente, aplicando una carga de 300 gramos por un tiempo de 15 segundos.

Así mismo, se determinó la resistencia al desgaste realizando ensayos de microabrasión con la metodología “ball cratering”, en este caso se hicieron tres repeticiones por cada material evaluado. Entonces, se hizo girar una esfera de acero 52100 y radio R=12.5 mm, con 5 N de carga normal sobre la muestra a analizar, en presencia de una sustancia abrasiva de partículas de WC al 20%. Después de 1000 metros que rodó la esfera, se obtuvo el volumen del cráter

formado con la ecuación (1), y se determinó el desgaste del material con la ecuación (2) (Allsopp *et al*., 1998).

$$V = \frac{\pi b^4}{64R} \text{ para } b << R \quad \text{.....(1)}$$

Donde *b* es el diámetro del cráter y *R* el radio de la esfera.

$$k = \frac{V}{SN} \quad \text{.....(2)}$$

Donde *k* es el coeficiente de desgaste (mm^3/Nm), *V* es volumen desgastado (mm^3), *S* la distancia total recorrida (m), y *N* la carga normal aplicada (N).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 (a) muestra el proceso de recubrimiento de una punta con proyección térmica de arco eléctrico. Así mismo, en la Figura 1 (b) se observa una punta sin recubrimiento (izquierda) y recubierta con WC-Co (derecha). La porosidad mostrada en el proceso TWAS fue de 7.24%±0.64 y una adherencia de 6000 psi. Por otro lado, el recubrimiento con WC realizada con HVOF presentó una porosidad de 0.54% ±0.09 y una adherencia aproximada a 10000 psi, propiedades superiores al método anterior.

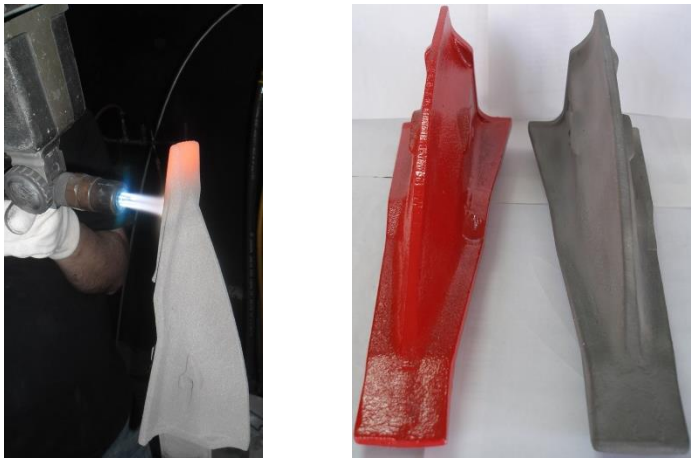


Figura 1. a) Recubrimiento de punta con proyección térmica de arco eléctrico, y b) vista de una punta sin recubrimiento y una punta recubierta con WC-Co.

Composición elemental

La Figura 2 muestra el área bajo estudio del sustrato, con los tres puntos donde se determinó el análisis elemental. Los resultados del espectro EDS mostraron de manera general que éste está constituido principalmente por elementos como Fe, Mn, Si y Cr. En la Tabla 1 se observa la concentración atómica de los elementos por cada uno de los puntos analizados. La detección del carbono no pudo ser cuantificado por su bajo porcentaje de contenido en la muestra. Otros

elementos como el oxígeno muestran alto contenido, y se atribuye a que el análisis es superficial y el elemento principal (Fe) se oxida rápidamente.

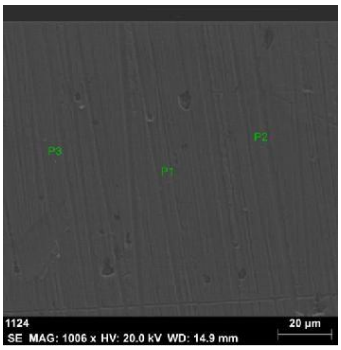


Figura 2. Microscopía SEM del sustrato con tres puntos analizados con EDS.

Tabla1. Resultados de EDS del sustrato.

Elemento	Punto 1 At %	Punto 2 At %	Punto 3 At %
C	0.00	0.00	0.00
Mn	1.79	1.93	1.83
Fe	46.57	47.56	47.56
Cr	0.51	0.41	0.39
Si	0.45	0.00	0.08
Na	0.43	0.00	0.00
O	50.25	50.10	50.14
Total	100.00	100.00	100.00

Un mapeo por microscopía SEM dentro del área considerada para el análisis arrojó presencia alta del elemento hierro, lo cual es esperado. Y la presencia de los otros elementos de aleación como C, Cr y Si se encontraron distribuidos de manera homogénea.

Para el caso del recubrimiento de Fe-Cr-B, la Figura 3 muestra una microscopía SEM y los tres puntos donde se hicieron los análisis puntuales de energía de dispersión de los elementos presentes, y la Tabla 2 ilustra su concentración atómica. Como era de esperarse, este recubrimiento está constituido principalmente por elementos como Fe, Cr y O_2; sin embargo, el elevado contenido de este último elemento debe atribuirse al proceso de recubrimiento.

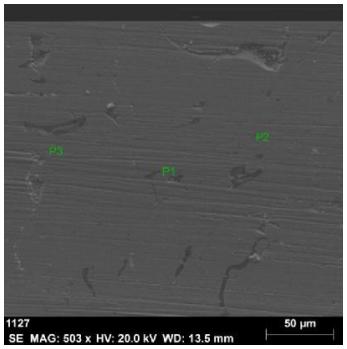


Figura 3. Microscopía SEM del recubrimiento de Fe-Cr-B.

Tabla 2. Resultados de EDS del recubrimiento de Fe-Cr-B.

Elemento	Punto 1 At %	Punto 2 At %	Punto 3 At %
C	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	1.06	0.00
Fe	26.71	30.31	33.91
Cr	16.05	10.47	12.86
Al	2.33	0.00	0.00
W	0.61	0.21	0.03
B	0.00	10.84	0.00
O	54.29	47.09	53.20
Total	100.00	100.00	100.00

La Figura 4 muestra un mapeo realizado en la muestra de Fe-Cr-B, en ella se observa la distribución de los principales elementos dentro del área considerada para el análisis. Se observa la presencia alta del elemento hierro, lo cual es esperado, con presencia de Cr y B en menor proporción y de manera regular.

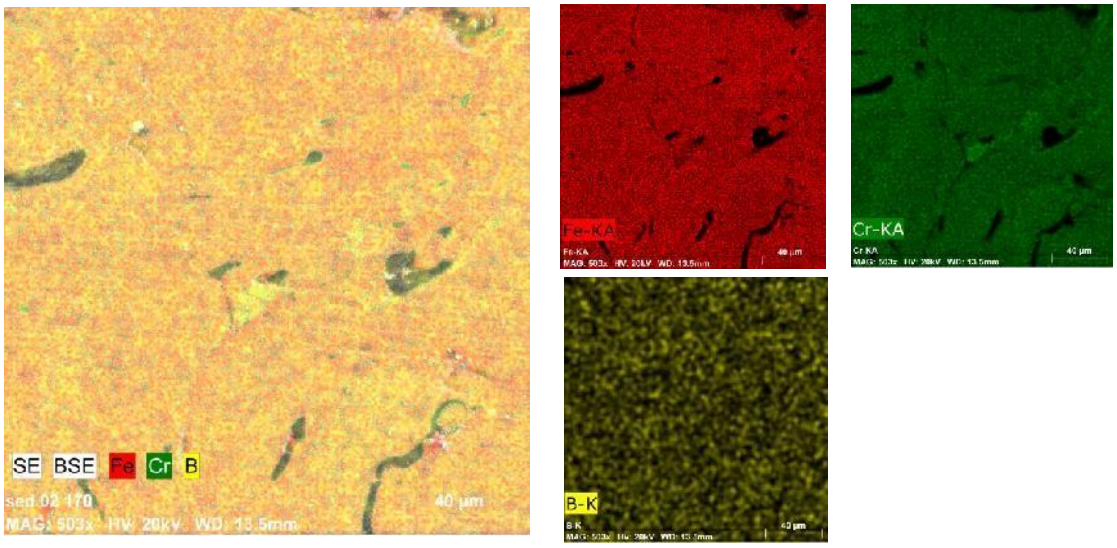


Figura 4. Mapeo de distribución elemental del recubrimiento de Fe-Cr-B.

En la microscopía SEM de la Figura 5 se aprecia la topografía del recubrimiento de WC-Co. Los espectros mostraron la composición semicuantitativa del recubrimiento, el cual está constituido principalmente por elementos como W, Co y Cr (Tabla 3). No obstante, la presencia de C, el cual se encuentra enlazado con el W para la formación de WC, no pudo ser detectado por ser un elemento ligero, difícil de cuantificar por medio de la técnica utilizada.

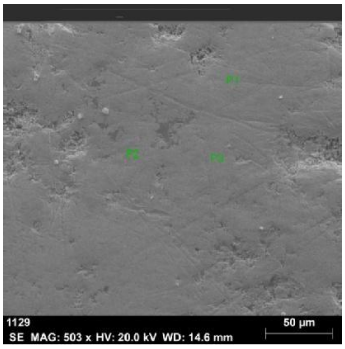


Figura 5. Microscopía SEM del recubrimiento de WC-Co.

Tabla 3. Resultados de EDS del recubrimiento de WC-Co.

Elemento	Punto 1 At %	Punto 2 At %	Punto 3 At %
O	10.49	3.36	11.99
Co	21.85	8.63	23.05
Cr	7.00	2.24	7.99
W	60.66	85.77	56.97
Total	100.00	100.00	100.00

De manera similar, en la Figura 6 se observa un mapeo de la distribución de los elementos presentes en la muestra de WC-Co. En ella hay presencia alta del elemento W, y en menor medida Co y Cr. La presencia de C es originada debido al enlace con el W para la formación del WC.

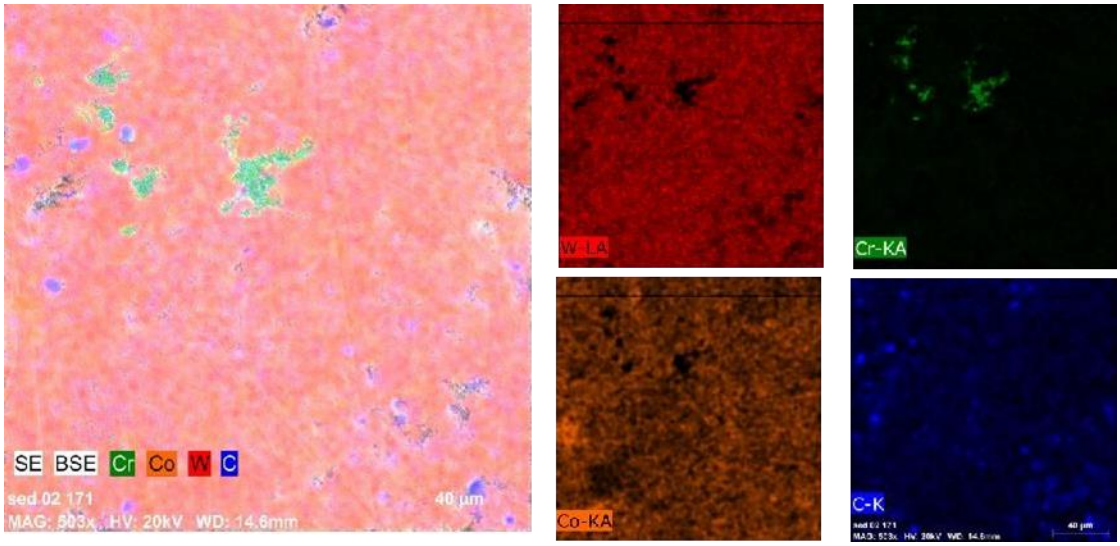


Figura 6. Mapeo de distribución elemental del recubrimiento de WC-Co.

Microdureza

En el análisis de microdureza se pudo observar que las huellas del diamante en el sustrato fueron mayores, indicando que presentó menor dureza. Por otro lado, los recubrimientos presentaron una resistencia a la penetración considerablemente mayor que el sustrato, y por lo tanto, una huella de menor magnitud. Así, la dureza del recubrimiento de Fe-Cr-B se incrementó en aproximadamente 130% al material de la punta sin recubrir, y en el orden de 180% con el recubrimiento de WC-Co (Figura 7), indicando una mejora en las propiedades superficiales.

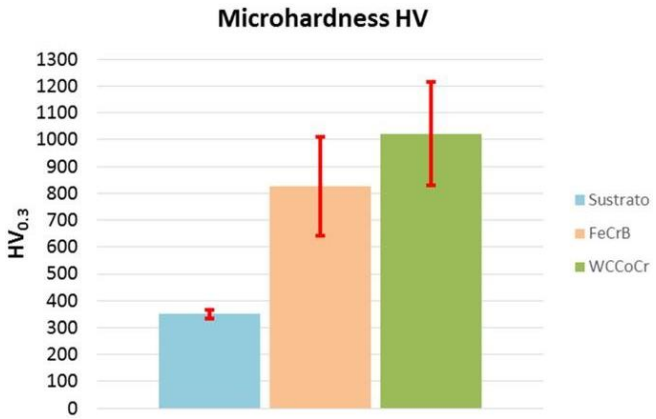


Figura 7. Microdureza Vickers de los tres materiales evaluados.

Microabrasión

El análisis de microabrasión demostró que el recubrimiento de WC-Co presenta una mejora en la resistencia al desgaste abrasivo de 95%, en comparación al material de la punta sin

recubrimiento; y en menor grado el recubrimiento de Fe-Cr-B, como se observa en la Tabla 4. El incremento de este parámetro por los recubrimientos superficiales en puntas para subsuelo sugiere su potencial para su uso en herramientas de labranza.

Tabla 4. Tasa de desgaste de los materiales evaluados**.**

Material	Tasa de desgaste (mm^3/Nm)
Sustrato	6.055×10^{-7}
Fe-Cr-B	4.655×10^{-7}
Wc-Co	2.92×10^{-8}

CONCLUSIONES

Se estudió la respuesta al desgaste abrasivo de los recubrimientos superficiales de Fe-Cr-B y WC-Co, aplicados a dos puntas de cuerpos subsoladores por técnicas de proyección térmica. Los resultados de análisis elemental por EDS mostraron la composición del sustrato y de los recubrimientos superficiales.

La dureza superficial se incrementó en aproximadamente 130% y 180% para los recubrimientos de Fe-Cr-B y WC-Co, respectivamente, en comparación al material sin recubrir. Esto indica en cierto grado, una mejora en la resistencia al desgaste de los materiales.

Se puedo inferir que el recubrimiento con WC-Co tiene un alto potencial para utilizarse como mejorador de la resistencia al desgaste abrasivo en herramientas de labranza, al reducir esta propiedad en 95% respecto a la punta sin recubrimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Allsopp, D. N., Trezona, R. I., Hutchings, I. M. (1998). The effects of ball surface condition in the micro-scale abrasive wear test. TribologyLetters 5: 259-264.

Bayhan, Y. (2006). Reduction of wear via hardfacing of chisel ploughshare. Tribology International 39: 570-574.

Bednář, R., Votava, J., Červinka, J., Fajman, M. (2013). Suitability of technical materials for machinery subsoilers for soil tillage. Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun. 61: 9-16.

Er, U., Par, B. (2006). Wear of plowshare components in SAE 950C steel surface hardened by powder boriding. Wear 261: 251-255.

Foleyt, G. A., Chisholm, J. C., McLees, A. V. (1988). Wear of ceramic-protected agricultural subsoilers. Trybology international, 21(2): 97-103.

Kushwaha, R. L., Chi, L., Roy, C. (1990). Investigation of agricultural tools with plasma-sprayed coatings.

Natsis, A., Papadakis, G., Pitsilis, J. (1999). The influence of soil type, soil water, and share sharpness of mouldboard plough on energy consumption, rate of work and tillage quality. J Agric. Engg. Res., 72: 171-176.

Zhang, B. J., Tong, J., Ma, H. Y. (2015). Abrasive wear characteristics of subsoiler tines with bionic rib structure surface. Journal of Jilin University, 45(1): 174-180.

EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA Y PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN AVENA (*Avena sativa* L.) INVERNAL

Raúl Vidal García Hernández *, Hilario Flores Gallardo, Mario P. Narváez Mendoza* y Esteban Salvador Osuna Ceja***

*INIFAP-CIRNOC. Campo Experimental Pabellón. Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. C.P. 20660. Correo-e: garcia.raul@inifap.gob.mx
** INIFAP-CIRNOC. Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5, Durango, México. C.P. 34170.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua en México es altamente critica, particularmente en el Altiplano semiárido y árido del Centro-Norte del país, donde el 80 % del agua se destina para la agricultura (riego) con eficiencias menores al 40 % (Guevara-Escobar *et al*., 2005). El problema se agrava más debido a la escaza precipitación que ocurre durante el año, la cual es insuficiente para satisfacer la demanda hídrica de los cultivos y obtener rendimientos comerciales, por lo tanto; es necesario y de vital importancia suministrar agua a través del riego. No obstante, en estas áreas la disponibilidad de agua para riego es baja y también existe un gran desperdicio del recurso durante su distribución y aplicación. Un buen manejo del riego debe lograr optimizar la producción de los cultivos al minimizar el daño causado por el estrés hídrico durante su desarrollo (Stone *et al*., 2001; Cruz *et al*., 2012), pero al mismo tiempo debe minimizar las pérdidas de agua para garantizar la sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola.

En la zona de riego de Aguascalientes, durante el período invernal se considera de gran importancia la siembra de cereales como avena (*Avena sativa* L.), triticale (*Triticosecale*) y ballico anual (*Lolium multiflorum*) con la finalidad de abastecer de forraje al ganado lechero. Estos cultivos representan el 44, 23 y 13 % del total de la superficie sembrada (9,746 ha) durante el ciclo otoño-invierno (O-I) 2014-2015 (SIAP-SAGARPA, 2014). Los forrajes de invierno cosechados para ensilaje a una madurez normal son deseables para un doble propósito con maíz para ensilaje (establecimiento de segundos cultivos). Normalmente son sembrados entre noviembre y diciembre con el objetivo de ser cosechados cuando están en las etapas fenológicas de grano masoso o madurez (alrededor de abril o principios de mayo). El maíz para ensilaje es sembrado en mayo y junio para ser cosechado en agosto y septiembre. Utilizando el sistema de segundos cultivos, muchos productores son capaces de producir entre 100 y 120 t ha^{-1} con un 65 % de humedad durante el año (Osuna *et al*., 2000).

Bajo este contexto, es importante desarrollar e implementar técnicas de riego más eficientes y desarrollar alternativas de manejo que permitan incrementar el rendimiento de los cultivos bajo diferentes escenarios de disponibilidad hídrica. El objetivo del estudio fue determinar la respuesta productiva y eficiencia en el uso del agua de tres variedades de avena durante el ciclo O-I en Aguascalientes, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante el ciclo otoño-invierno 2015-2016 en el Campo Experimental Pabellón, ubicado en el municipio de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes y localizado geográficamente en las coordenadas LN: 22° 09' 41.4", LW: -102° 17' 38.6" con una altitud de 1918 m. Se utilizaron tres variedades de avena liberadas por el INIFAP: Avemex, Karma (Villaseñor *et al*., 1998) y Turquesa (Villaseñor *et al*., 2009). Las parcelas experimentales fueron de 100 m^2. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas con seis repeticiones. La siembra se realizó en seco el 12 de noviembre de 2015 sobre un suelo con textura arcillo arenosa. La densidad de siembra fue de 100 kg ha^{-1} de avena y se utilizó una dosis de fertilización de 100-60-00 kg ha^{-1} (N-P-K). Las fuentes de fertilización fueron urea y fosfato mono amónico (MAP). Se establecieron tres tratamientos de humedad: 1) riego total (RT al 100 % de capacidad de campo), 2) 80 % y 3) 60 % con respecto al RT. Las láminas de riego totales aplicadas en el cultivo de avena fueron de 82.0, 65.3 y 50.0 cm, respectivamente. El riego de las parcelas experimentales se realizó con tubería presurizada de conducción al lote experimental y se instalaron hidrantes para la conexión de la tubería de multi-compuertas. Se midió el caudal de aplicación en las compuertas equidistantes en las parcelas bajo riego para lo cual se utilizó un medidor volumétrico previamente aforado y se contabilizó el tiempo de llenado del mismo. Posteriormente, con el caudal definido y el área de cada parcela se definieron los tiempos de riego requeridos para la aplicación de forma precisa del volumen de agua de cada uno de los tratamientos establecidos en el experimento. Se aplicó un riego de establecimiento y posteriormente riegos de auxilio a los 3, 38, 70, 126, 140 y 155 días después de la siembra (DDS). Las tres variedades de avena se cosecharon para forraje a los 140 DDS en estado lechoso-masoso y para grano a los 180 DDS, respectivamente. Las parcelas útiles fueron de 0.60 m^2 y en la cosecha de cada variedad se determinaron los rendimientos de forraje fresco (FV) y de materia seca (MS). Además, se determinó la eficiencia en el uso del agua en cada parcela y se calculó con el cociente del rendimiento de MS entre el volumen total de agua aplicada. Se hicieron análisis de varianza con las variables determinadas y obtenidas para analizarse con el programa estadístico SAS (SAS Institute, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de forraje verde y grano

Los resultados del análisis estadístico y promedio de rendimientos de biomasa verde (BV), materia seca (MS) y grano (RG) de avena de los tres tratamientos de humedad se observan en el Cuadro 1. Los resultados del análisis estadístico mostraron que hubo diferencias significativas para todas las variables.

Cuadro 1. Efecto de tres tratamientos de humedad aprovechable sobre el rendimiento de forraje verde y grano de tres variedades de avena en Pabellón, Aguascalientes durante el ciclo O-I (2015-2016).

Factor	BV (t ha^{-1})	MS (t ha^{-1})	RG (t ha^{-1})
Tratamientos de Humedad Aprovechable			
T_1 (RT 100 %)	19.07 b	5.83 b	3.48 b
T_2 (80 %)	23.64 a	7.71 a	4.09 a
T_3 (60 %)	18.50 b	5.43 b	3.18 b
Variedades de Avena			
Avemex	23.57 a	7.27 a	3.89 a
Karma	18.73 b	5.94 b	3.44 b
Turquesa	18.91 b	5.76 b	3.41 b

BV- forraje verde; RG- rendimiento de grano; Medias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes (Tukey ≤ 0.05).

Se encontró respuesta significativa por efecto de la lámina de riego y el rendimiento más alto de BV de avena se obtuvo en el T_2 (80%), luego con el T_1 (RT 100 %) y por último en el T_3 (60 %). Los rendimientos promedio a través de las variedades de avena fueron 23.7, 19.0 y 18.5 t ha^{-1}, respectivamente. La diferencia representa un incremento del 24 % a favor del T_2. Este mismo orden se observó en el rendimiento de MS (T_2 7.71, T_1 5.83 y T_3 5.43 t ha^{-1}, respectivamente). Asimismo, el RG presentó la misma respuesta que BV y MS, cuyos rendimientos fueron 4.09, 3.48 y 3.18 t ha^{-1}, respectivamente.

La respuesta de las variedades de avena fue significativa, con promedios a través de los tratamientos de láminas de riego de 23.57, 18.91 y 18.73 t ha^{-1} para Avemex, Turquesa y Karma, respectivamente. En relación con el peso de MS se observó que también Avemex obtuvo el rendimiento más alto (7.27 t ha^{-1}), mientras que Karma y Turquesa obtuvieron rendimientos de 5.94 y 5.76 t ha^{-1}, respectivamente. Al igual que las variables anteriores RG presentó la misma respuesta; es decir Avemex obtuvo el rendimiento más alto, seguida de la variedad Karma y por último Turquesa (Cuadro 1).

También se observó que la interacción lámina de riego x variedad fue significativa (P> 0.05) sólo para la variable RG, sobresaliendo T_2 y T_3 con la variedad Karma y Turquesa con valores más altos (4.28 y 4.12 t ha^{-1}, respectivamente).

Eficiencia en el uso del agua de riego

En la eficiencia de uso del agua (EUA) de riego para la producción de MS, se encontró diferencia significativa (P>0.05) entre tratamientos, siendo T_2 y T_3 los más eficientes con valores promedio entre variedades de EUA 1.18 y 1.09 kg MS m^{-3}, respectivamente. En relación a las variedades de avena también se encontró diferencias significativas (P>0.05) entre materiales, donde Avemex obtuvo la mayor eficiencia de agua (1.14 kg MS m^{-3}). Las variedades Karma y Turquesa fueron menos eficientes en el aprovechamiento del agua para incrementar el rendimiento de MS. Estos índices son ligeramente más bajos a los índices de eficiencia promedio que se reporta en la literatura para avena de O-I (1.35 kg MS m^{-3}) (Cruz *et al*., 2012). Sin embargo, son una referencia factible para mejorar la EUA en el cultivo de avena de O-I en el estado de Aguascalientes, con el propósito de obtener mayor producción de forraje por volumen de agua aplicado.

Cuadro 2. Promedio de rendimiento de materia seca (t ha^{-1}), y eficiencia de uso del agua de riego (kg MS m^{-3} agua) de los diferentes niveles de humedad aprovechable y tres variedades de avena en Pabellón, Aguascalientes durante el ciclo O-I (2015-2016).

THA	Variedad	MS (t ha^{-1})	EUAR (kg MS m^{-3} agua)
T_1	Avemex	7.08	0.86
T_1	Karma	5.51	0.67
T_1	Turquesa	4.92	0.60
T_2	Avemex	8.38	1.28
T_2	Karma	7.45	1.14
T_2	Turquesa	7.31	1.12
T_3	Avemex	6.35	1.27
T_3	Karma	4.86	0.98
T_3	Turquesa	5.06	1.01

THA-tratamientos de humedad aprovechable; MS- rendimiento de materia seca y EUAR-eficiencia del uso de agua de riego.

La información sobre eficiencia técnica o económica de uso del agua en la agricultura es escasa. Las pérdidas de agua promedio en sistemas de riego indican que sólo se utiliza un 45 % del agua disponible para irrigación a nivel internacional, para la región de Aguascalientes se reportan eficiencias de aplicación entre 45 a un 60% para riego por superficie dependiendo del nivel de tecnología utilizado (Esquivel *et al*., 2003). Estas bajas eficiencias ocasionan

indicadores bajos de eficiencias técnicas. En alfalfa se reportan eficiencias de 0.8 a 1.0 kg de MS m^{-3}, maíz de 2.88 kg de MS m^{-3} y avena 1.3 kg de MS m^{-3}. La eficiencia técnica del uso del agua regionalmente se asocia con la producción de los cultivos, existiendo una tendencia en la actualidad a incrementarse la utilización de cultivos que hacen más eficiente el uso del agua. Esto es, ir sustituyendo parte de la superficie de alfalfa por cultivos alternativos forrajeros con buen potencial de rendimiento y calidad de forraje, entre estos los cereales de invierno establecidos durante el ciclo O-I.

CONCLUSIONES

- Los mejores niveles de humedad aprovechable en cuanto a la producción de biomasa verde, materia seca y grano de avena, se obtuvieron con el tratamiento T_2 (80 %). El primero T_1 (RT 100 %), permite un exceso de humedad en todas las etapas (vegetativa, floración y reproductiva) del cultivo mientras que el segundo T_3 (60 %), permite un estrés hídrico durante todo el ciclo de cultivo; ambos tratamientos representan condiciones extremas de humedad (alta y baja), lo cual afecta la producción y productividad del cultivo.

- Respecto a las variedades involucradas en el estudio la de mejor respuesta en producción de forraje verde, materia seca y rendimiento de grano fue la variedad Avemex, seguida de Karma y por último Turquesa.

- Los incrementos de biomasa estuvieron influenciados por la aplicación óptima de humedad aprovechable para todas las variedades, mostrando la mayor acumulación de materia seca en T_2. Lo anterior coincide con los valores observados del EUA, donde se obtuvieron los índices de eficiencia del uso de agua más altos.

BIBLIOGRAFÍA

Cruz Ch. J.J., G. Núñez H., R. Faz C., D.G. Reta S y H. A. Serrato M. 2012. Potencial forrajero y eficiencia de uso del agua en Canola (*Brassica napus* L.) en comparación con cultivos tradicionales en el ciclo de invierno. *EDUCACION Y ASISTENCIA TÉCNICA-AGROFAZ*. Vol. 12 Núm. 4. 125-130.

Esquivel V. F., J.S. Padilla, R. y R. Ochoa M. 2003. Eficiencia del uso de agua con frijol en diferentes fechas de siembra y regímenes de humedad. Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags. 19 p. (Folleto Científico. Núm. 18).

Guevara-Escobar, A., G. Bárcenas-Huante, F.R. Salazar Martínez, E. González-Sosa y h. Suzán-Aspir. 2005. Alta densidad de siembra en la producción de maíz con irrigación con goteo superficial. Agrociencia 39: 431-439.

Osuna C.E.S., J.S. Padilla R. y F. Esquivel V. 2000. Desarrollo de un sistema de producción sostenible para uso y conservación de suelo y agua en las zonas áridas y semiáridas del norte-centro de México. Cuaderno de trabajo. SUHGO-CONACyT. 45 p.

SAS. Institute. 1989-1998. SAS User's guide. Statistics, Windows Version 6.12. SAS. Inst. Cary NC. USA.

SIAP-SAGARPA. 2014. http://www.siap.sagarpa.gob.mx

Stone P.J., Wilson D.R., Jamieson P.D., Guillespie R.N. 2001. Water deficit effects on sweet corn. II. Canopy development. Aust. J. Agric. Res. 52. 115-126.

Villaseñor M. H. E., Espitia R. E. y Márquez G. C. 1998. Karma nueva variedad de avena para la producción de grano y forraje en México. Folleto técnico # 11. INIFAP-CIRCE-Campo Experimental Valle de México. 16 p.

Villaseñor M. H. E., Espitia R. E., Huerta E. J., Osorio A. L. y López H. J. 2009. Turquesa, nueva variedad de avena para la producción de grano y forraje en México. Agricultura Técnica en México. 35(4): 487-492.

DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA EL CONTEO DE SEMILLAS MEDIANTE SENSOR FOTOELÉCTRICO

García Hernández Raúl Vidal[1], Garibaldi Márquez Francisco[1], Miguel Ángel Galaviz Cleto[2] y Osuna Ceja Esteban Salvador[1].

[1]Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes, INIFAP. Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas. Apartado Postal 20. CP. 20660, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México.
[2]Universidad tecnológica del norte de Aguascalientes, UTNA. Avenida Universidad N.100, estación Rincón, Rincón de Romos, Aguascalientes, México. C.P. 20400.

INTRODUCCIÓN

El control y automatización en el entorno agrícola han ido progresando con el paso del tiempo, el cual se desarrolla de una manera autónoma y con elementos de alta precisión, con el uso de dispositivos electrónicos. El problema en los circuitos electrónicos dada la sensibilidad de los instrumentos digitales, es necesario que la semilla lleve un mínimo de impurezas y semillas quebradas ya que éstas son detectadas y registradas en el módulo de eventos (Campos *et al*., 2007). Por ello, hay algunas actividades en las que aún no se agrega un sistema que sea capaz de realizarlas de manera autónoma, debido a la decadencia de tecnología en algunos procesos agrícolas, en lo cual los sistemas automáticos e inteligentes son aptos para ejecutar dichas actividades.

Los diversos equipos de instrumentación permiten acceder a la información de los sistemas físicos y dependiendo de la naturaleza del sistema y el instrumento usado, se puede tener un manejo adecuado de la señal (Monroy *et al*., 2007). De acuerdo con Monroy *et al.* (2007) la aplicación de tecnologías modernas, más flexibles y de amplio uso en la instrumentación, es una oportunidad para actualizar los sistemas tradicionales de instrumentación, bajo la premisa de un bajo costo y a la medida de la necesidad. Así mismo, con la aplicación de circuitos electrónicos se logra la eficiencia de los procesos de una actividad, la cual debe tener cierta precisión y genera altos costos de mano de obra.

Este trabajo se desarrolló con el objetivo de mejorar y hacer más eficiente el conteo de semillas con la implementación de un sistema automático que contenga las cualidades sensoriales necesarias para la detección de semillas, esto es necesario para tener un control real de la cantidad de semilla que se tira en el campo en el proceso de sembrado. Gracias a esta implementación, se verá reflejado un mejor resultado en la producción y registro del historial de semillas contadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el proyecto del dispositivo electrónico, el cual debía cumplir con las expectativas y necesidades de un usuario, primero se estableció una lluvia de ideas las cuales se establecen en el diagrama de flujo.

Diagrama de Flujo

En esta etapa se consideraron diferentes condiciones para desarrollar el algoritmo de programación necesarios para controlar los diferentes dispositivos que permitan realizar el proceso del conteo de las semillas (Figura 1).

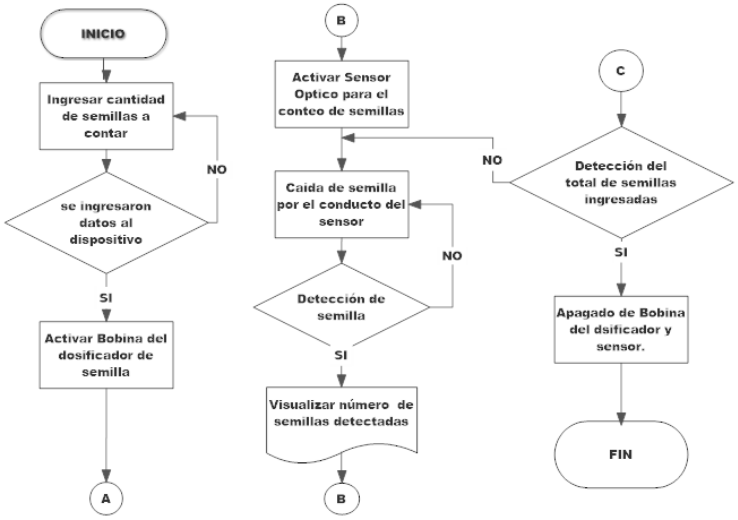


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso para el conteo de semilla automático

Teniendo el diagrama de flujo y conociendo los sistemas, se seleccionaron los componentes aptos para realizar las funciones declaradas.

Selección del sistema de dosificación de semillas

Para realizar ésta función se utilizó un vibrador *Syntron Electromagnetic Vibrator V-50.* Los modelos V-50 son vibradores de impacto "sólidos". Estas unidades utilizan un bloque de metal para producir un impacto positivo. Dicho vibrador electromagnético es el que se encarga de crear el movimiento para que las semillas vayan avanzando de manera ordenada mediante el dosificador de semillas (Handling, 2014). También cuenta con una tolva metálica con forma de espiral, este elemento es capaz de distribuir las semillas hasta el balance de caída, esto con ayuda del mecanismo principal del dispositivo (Figura 3 A).

Sensor foto eléctrico

Se utilizó un Sensor Fotoeléctrico Modelo: BEN500-DDT. Es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz, para lo cual, están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas (Figura 3B).

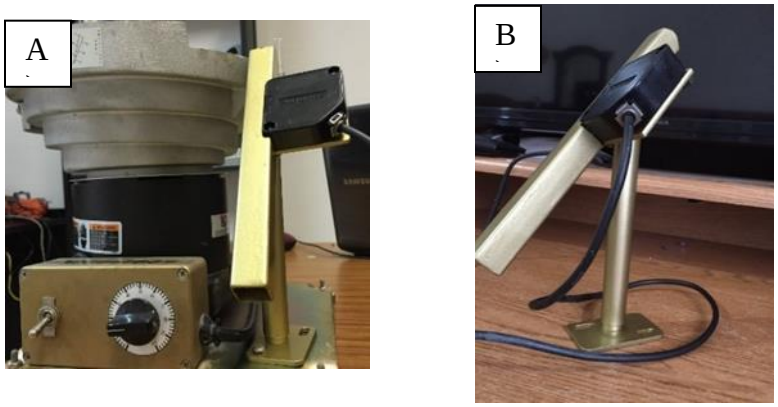


Figura 3. A) Ensamble del sistema de dosificación de semilla y B) Montaje del sensor fotoeléctrico BEN500-DDT.

Programación del algoritmo para el control del conteo de semillas

Se realizó el correspondiente programa en el software IDE de Arduino con el fin de desarrollar las condiciones para la detección de semillas mediante el sensor fotoeléctrico. Se agregó en el programa una condición que delimita el funcionamiento del dosificador de semillas para que este active su bobina de acuerdo a la cantidad de semillas que desee contar el operario, cuando la cantidad de semillas que el sensor haya detectado, la bobina del sistema de dosificación de semilla se detendrá, a su vez el dispositivo se reiniciará para esperar de nuevo la cantidad de semilla deseada a contar (Figura 4).

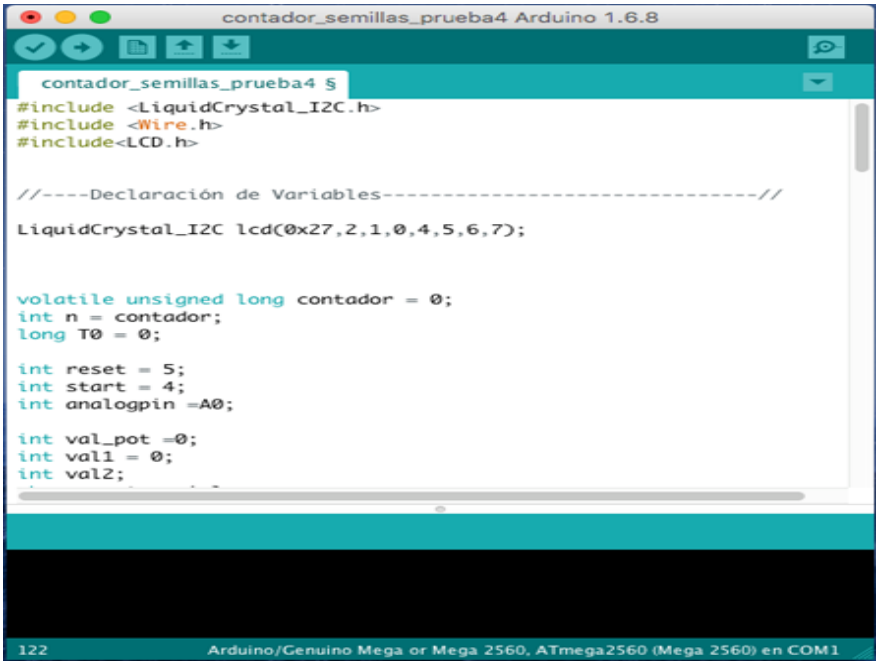


Figura 4. Programa establecido mediante el software IDE de Arduino.

Pruebas de funcionamiento de la programación

Seguido del algoritmo de programación se realizaron pruebas para comprobar los errores que pudiesen surgir a la hora de poner en marcha dicho programa (Figura 5).

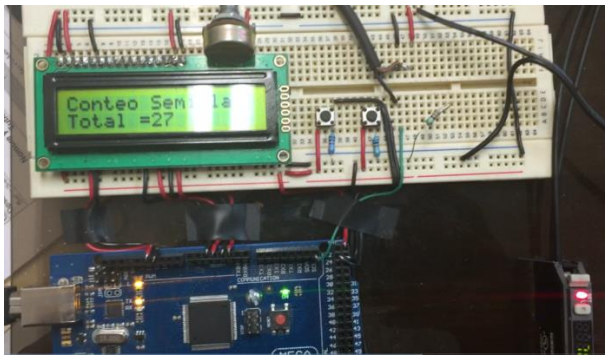


Figura 5. Circuito montado en PROTO BOARD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado se obtuvo la automatización y control en la precisión de conteo de semilla, la que permite al usuario cuantificar en tiempo real mediante un dispositivo electrónico como se muestra en la Figura 6. Se logró tener un sistema, el cual se puede conectar a la corriente alterna o corriente directa mediante un eliminador de 12 Volt.

Figura 6. Sistema automático de Conteo de Semillas.

Se puede observar en la Figura (6) el panel frontal de interfaz realizado, tiene como aspecto una vista amigable para el usuario y además de ser de fácil manejo ya que cuenta con indicadores intuitivos para su fácil entendimiento. Además, se integró dentro de la programación de la interfaz un algoritmo el cual permite al usuario guardar el registro de conteo en una hoja de Excel, basta presionar el botón de “Generar reporte” para guardar los datos y mostrarlos en la hoja generada Figura (7).

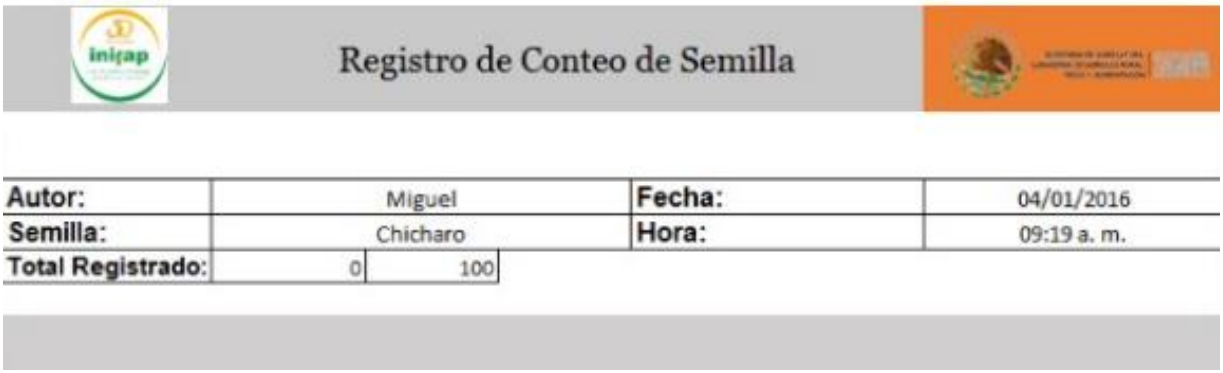


Figura 7. Interfaz de comunicación para el control del contador y hoja de registro de conteo de semilla.

CONCLUSIONES

Se logró obtener un dispositivo con precisión en el conteo de semillas, el cual desarrolla varias funciones en la programación, principalmente automatizar y controlar el proceso en tiempo real

de la cuantificación de las mismas, generando una base de datos con registro de la cantidad seleccionada por el operador.

Se logró una interfaz Hombre Maquina en LabVIEW con la función de establecer la comunicación y el control entre la tarjeta Arduino que es la parte esencial del procesamiento y adquisición de datos del implemento de conteo de semillas.

El prototipo obtenido se va dirigir principalmente para la utilización de conteo de semillas para en parcelas de investigación y darle un enfoque a la adaptación en sembradoras de precisión.

BIBLIOGRAFÍA

Arduino. (2015). Arduino Software (IDE). Consultada en junio del 2016 https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment

Campos-Magaña, Santos G.; Cadena-Zapata, Martín; Reynolds-Chávez, Antonio; Jácome-Maldonado, Sergio; Cruz-Ballado, José A.;Bonilla-Bada, José J.; Esqueda-Esquivel, Valentín A. Desarrollo de un sistema de siembra neumático de alta precisión para labranza de conservación para tractores de potencia media. TERRA Latinoamericana, Vol. 25, Núm. 1, enero-marzo, 2007, pp. 85-91

Handling, S. M. (4 de mayo de 2014). Syntron Material Handling. Obtenido de Syntron Material Handling: consultada en julio de 2016 http://www.syntronmh.com/electromagnetic-vibrator/

Instruments, N. (2016). National Instruments Corporation. Obtenido de National Instruments Corporation: consultada en junio de 2016 http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/

Monroy J. M.; Ríos Q. L. C. 2007. RECONVERSIÓN DE UN CONTADOR MECÁNICO A UN SENSOR E INDICADOR DE CAUDAL. Scientia et Technica Año XIII, No 34, Mayo de 2007. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701. 4 p.

PRODUCTIVIDAD DE BIOMASA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN FINCAS GANADERAS DE MONTEMORELOS NUEVO, LEÓN

Ricardo Telles Antonio [a], Sergio Rosales Mata [b], Liliana Saucedo Reta [a], Miguel Ángel Muñoz Palomino [a], Horacio Villalón Mendoza [a].

[a]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León, México
[b]Centro de Investigación Regional Norte-Centro-INIFAP. Durango, Durango, México.
rosales.sergio@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

Las necesidades de encontrar mejores opciones para los problemas de baja producción de alimentos y la degradación de la tierra ha derivado en la implementación de sistemas agroforestales (Iglesias, 2001). Dada esta situación, es cada día mayor el interés de los productores agropecuarios por establecer plantaciones forestales y agroforestales (Schargel y Hernando, 2003).

La agroforestería es frecuentemente señalada como una solución a los problemas de degradación de la tierra y del agua; así como, una respuesta a la escasez de alimento, leña, ingreso, forraje animal y materiales de construcción (Brieza & Gazel 1991). La amplitud y la variedad de sistemas y prácticas agroforestales implica que la agroforestería puede ofrecer soluciones parciales para muchos problemas productivos y de uso de la tierra en las zonas rurales (Mendieta y Rocha, 2007).

En México no ha habido un gran desarrollo de los sistemas agroforestales. Las prácticas que se han estudiado y/o descrito, más bien son aquellas que en forma ancestral o intuitiva han sido desarrolladas y practicadas por los pequeños productores agrícolas del país, en su afán de hacer un uso más exhaustivo de sus tierras; representando un sistema en desarrollo y de crecimiento pasivo, sin embargo es una actividad rentable para la producción (Palomeque, 2009).

Para dichos sistemas se pueden combinar herbáceas y arbóreas tales como el ébano *(Ebenopsis ebano)* que son arbustos o usualmente árboles pequeños (hasta 15 metros de altura) con una copa redondeada de color verde oscuro y muy densa. La corteza es de color gris pálido en las ramas jóvenes, (Correl y Johnston, 1970). Vaina de 6 a 13 centímetros de largo y 1.8 a 3.0 centímetros de ancho. Semillas transversas en la vaina, separadas por delgados tejidos alrededor de 0.5 pulgadas de longitud y 0.25 pulgadas de ancho, marrón rojizas. Esta especie arbórea puede combinarse con diferentes pastos entre ello esta, el estrella africana (*Cynodon plectostachyus), mismo que* es un pasto tropical perenne de clima caliente, cuyas semillas facilitan su dispersión (Cook *et al*., 2005). La edad fenológica del pasto se ubica

entre 6 y 8 hojas verdes por rebrote, lo cual permite una adecuada recuperación del pasto, y disminuye en los meses con excesos de precipitación (Cook *et al*., 2005).

Por lo anterior y dada la necesidad de evaluar la efectividad de este tipo de sistemas y la de comparar el efecto de una especie sobre otra, se evaluó la productividad de biomasa en un sistema convencional de pastoreo contra la biomasa de un sistema pastoril silvícola (pasto y arbolado).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó dentro de la propiedad conocida como; Rancho Los Finitos ubicado en el Municipio Montemorelos, N.L.; con una extensión de 40 ha, localizado en el kilómetro 216 al borde de la Carretera Nacional, Monterrey-Cd. Victoria, coordenadas longitud 100° 04' Oeste y latitud 25° 15' Norte (ver Figura 1), con características de manejo pastoril silvícola con riego; es decir, la ganadería es su principal actividad, donde los pastizales tienen árboles característicos del matorral submontano para facilitar el pastoreo y proporcionar sombras (Valencia, 1998).

El clima característico del área es semicálido del tipo subhúmedo, con una precipitación aproximada de 500 mm anuales (García, 1964).

La disponibilidad de forraje se midió en el mes de agosto de 2015, durante ese periodo no había actividad de pastoreo reciente. Para medir la disponibilidad de forraje se utilizó un marco de 25 x 25 cm para tomar las muestras de forraje en campo (Mahecha, *et al*., 2000). Para esto se midieron por separado el pasto presente en el sistema agroforestal y en el sistema tradicional, se realizó una adaptación al método en la parcela agroforestal; ya que, se tomaron 4 muestras debajo de las copas de los árboles de ébanos y cuatro muestras fuera de las copas. Con tijeras de podar se extrajo el pasto dentro del cuadrante y se colocaron en bolsa de papel estraza, posteriormente se colocaron en una estufa de secado a una temperatura de 65°C durante 48 hrs, para la obtención del peso seco.

Una vez que se secaron las muestras y se registró el peso seco se obtiene un peso promedio, es decir el peso total del forraje de las muestras entre el número de muestras. Esta será la cantidad de forraje promedio en 625 cm^2 (área del cuadro de 25 x 25 cm) esto se multiplica por 16 (porque un cuadrante de 25 x 25 cm es 1/16 parte de un metro cuadrado) y se obtiene la cantidad de forraje en 1 m^2 y este valor se puede multiplicar por 10,000 m^2 que corresponden a una hectárea y sabremos la cantidad de gramos por hectárea y para conocer los kilogramos se divide entre mil (1,000) que es la cantidad de gramos que tiene un kilogramo (Jiménez, 2014).

Para la determinación de la biomasa de *Ebenopsis ebano* se seleccionaron cuatro árboles al azar, en el potrero a evaluar, se midió el diámetro a 10 cm de la base, con una forcípula marca Haglof Sweden S-88200 y la altura del árbol con un hipsómetro marca Nikon Forestry Pro, mediante la ecuación (Villalón, 1989).

$$Y= -525.7476+ (0.53221)*((C2*D2))$$

Donde; *Y* = Biomasa aérea total, C= Altura del árbol en cm, D= Diámetro del tallo a 10 cm de altura.

Se pudo cuantificar la biomasa. Mientras que para determinar la densidad del arbolado se trazaron cuatro sitios de 1/10 de ha donde se contabilizo la cantidad de árboles, se realizó un promedio de los sitios y una conversión a arboles por ha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La disponibilidad de materia seca forrajera estuvo conformada por forraje palatable de pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus)*. Para demostrar estadísticamente si existe diferencia significativa con respecto a la disponibilidad de Materia en ambos sistemas evaluados se realizó una Prueba de *t* con un intervalo de confianza del 95%; por lo que no se encontraron diferencias significativas en la disponibilidad de materia seca forrajera palatable entre el Sistema Pastoril Silvícola y el Sistema Convencional con 7,700 y 7,360 kg MS ha respectivamente; en cuanto a la biomasa del arbolado de *Ebenopsis ebano* en el sistema pastoril silvícola presenta un promedio de 7,078.66 kg/Biomasa ha (Figura 1).

La mayor disponibilidad de forraje en los sistemas evaluados se encontró en el sistema pastoril-silvícola. Esta mayor producción de biomasa de los sistemas silvopastoriles respecto al sistema convencional se atribuye a un mayor aprovechamiento del espacio vertical, tanto aéreo como subterráneo que supone una mayor captación de nutrientes y energía (Benavides, 1983).

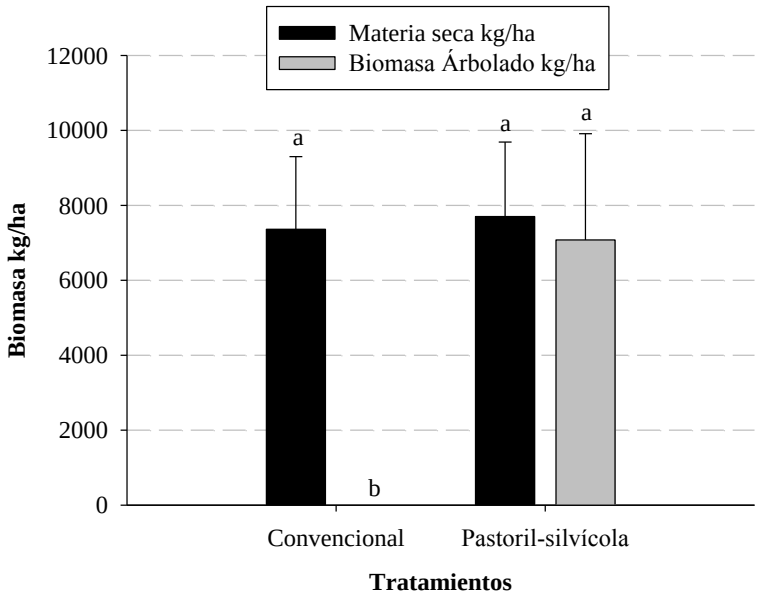


Figura 1. Disponibilidad de MS en kg ha de biomasa forrajera palatable en Sistema Convencional y Pastoril silvícola; Rancho Los Finitos Montemorelos Nuevo León.

En este estudio las copas arbóreas presentaron una ligera disminución sobre la disponibilidad de biomasa (kg MS/m^2) en pasturas bajo copa con 6760 kg MS/ha respecto a áreas a pleno sol con una disponibilidad de 8640 kg MS/ha (Figura 2).

Giraldo y Vélez (1993), señalan que el efecto de la sombra de los árboles no es sólo sobre la cantidad de biomasa; la calidad también se afecta y en este caso, el efecto es positivo pues la composición química de un forraje, especialmente de sus componentes celulares, cambia cuando se modifica la intensidad de la luz que recibe. Así mismo indican que al variar la composición química se modifica también su valor nutritivo y palatabilidad, afectando el consumo voluntario de los animales. Adicionalmente, la planta sombreada o en la oscuridad, requiere de mucha energía para lograr reducir los nitratos, para lo cual utiliza rápidamente los carbohidratos solubles, disminuyendo así su concentración. La sombra de los árboles, al atenuar la intensidad de luz y la temperatura foliar de las plantas, modifica también el contenido de proteína cruda de los pastizales tropicales.

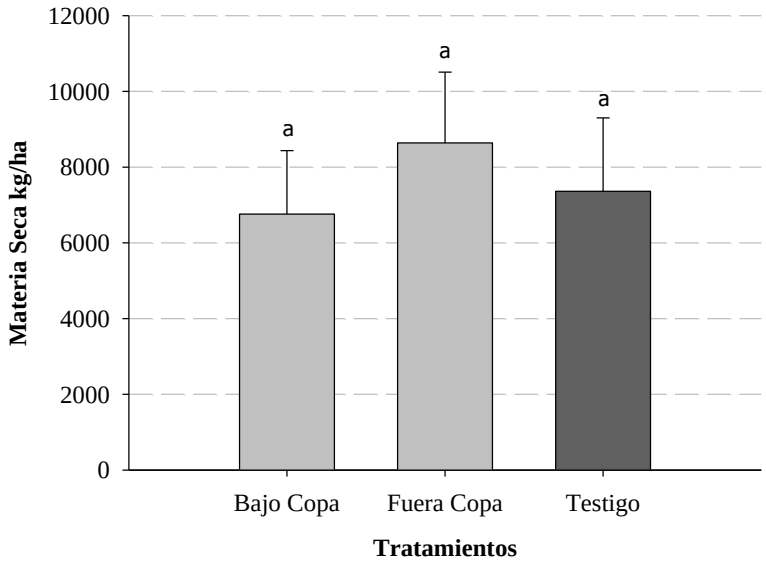


Figura 2. Disponibilidad de materia seca (kg MS/ha) fuera y bajo copa de árboles de *Ebenopsis ebano*.

Los resultados muestran que a mayor densidad en el área (m^2) de copa, el efecto en la disponibilidad del forraje es mayor, es decir, existe menor disponibilidad de forraje bajo copa que fuera de ella. La falta de forraje podría asociarse al pisoteo de los animales al buscar sombra para descanso bajo las copas (CATIE, 2008). En la Figura 4 se muestran los resultados obtenidos de las árboles evaluados de *Ebenopsis ebano,* los cuales no mostraron diferencias significativas con respecto a la disponibilidad de MS/ha; con 8060 kg MS/ha para el árbol 3; 8000 kg MS/ha el árbol 2; 7740 kg MS/ha en el árbol 4 y para el árbol 1, 7000 kg MS/ha.

Moreno *et al*. (2007), mencionan que la producción de pasto en la zona sin cubierta empieza a resentirse con la aproximación a la época de sequía estival, cuyo efecto es menor o se nota de forma más paulatina en el área ubicada bajo el arbolado, lo que hace que en el verano la producción de pasto sea más prolongada bajo la cubierta arbórea. Por lo tanto, en la estación estival el crecimiento del pasto es menor fuera de la cubierta, probablemente porque son más elevadas las temperaturas y la evapotranspiración en comparación con la zona bajo las copas.

CONCLUSIONES

No existen diferencias en la producción de pasto *Cynodon plectostachyus* en los sistemas comparados; sin embargo, la producción total de biomasa es mayor en el sistema pastoril-silvícola debido a la presencia del arbolado como el *Ebenopsis ebano*.

A mayor densidad en el área (m^2) de copa, el efecto en la disponibilidad del forraje es mayor, es decir, existe menor disponibilidad de forraje bajo copa que fuera de ella.

BIBLIOGRAFÍA

Benavides, 1983. Investigación en árboles forrajeros. En: Curso corto intensivo sobre técnicas agroforestales con énfasis en la medición de parámetros biológicos y socioeconómicos. CATIE, Turrialba.

Brienza S. J., Gazel Y. J. A. 1991. Agroforestry systems as an ecological approach in the Brazilian Amazon development. Forest Ecology and Management. Volume 45, Issues 1–4, Pages 319–323.

Centro Agronómico Tropical en la Investigación y Enseñanza (CATIE). 1994. Proyecto arboles fijadores de nitrógeno *Leucaena-Calliandra*. Informe final. Autoridad sueca para la cooperación en la investigación con los países en desarrollo (SAREC). Costa Rica.

Cook B.G., Pengelly B.C., Brown S.D., Donnelly J.L., Eagles D.A., Franco M.A., Hanson J., Mullen B.F., Partridge I.J., Peters M., Schultze R. 2005. Tropical Forages: an interactive selection tool. [CD-ROM]. CSIRO, DPI&F (Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia.

Correl DS, Johnston MC. 1970. Manual of vascular plants of Texas. Renner, Texas: Texas research foundation. P. 769.<.

García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la Rep. Mexicana): México, D. F., Univ. Nal. Auton. México, Inst. *Geografía*.

Giraldo L.A. y Velez G. 1993. El componete animal en los sistemas silvopasteriles. Industria y Produccion Agropecuaria. Azoodea. Medellin.1 (3):27-31.

Iglesias J. M. 2011. Sistemas de producción agroforestales. Capacitación y análisis en: "conceptos generales y definiciones" Rev.sist.prod.agroecol. Vol 2.No1.

Jiménez O. R., 2014. Estimación de forraje disponible. Instructivo. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Dgo.

Mahecha, L., Durán, C. V., Rosales, M., Molina, C. H., & Molina, E. 2000. Consumo de pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus) y leucaena (Leucaena leucocephala) en un sistema silvopastoril. *Rev. Pasturas Tropicales*, *22*, 26.

Mendieta L. M. & Rocha M. L. R. 2007 Sistemas agroforestales. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 4-15 p.

Moreno M. G.; Obrador, J.J.; García, E.; Cubera, E.; Montero, M.J.; Pulido, F.; Dupraz, C, 2007. Driving competitive and facilitative interactions in oak dehesas through management practices. Agroforestry systems, 70, 25-40.

Palomeque F. E. 2009. Sistemas Agroforestales, Chiapas, México. 29 P.

Schargel I. Y. Hernando. 2004. Agroforestry System of Mahogani (Swetenia macrophylla King.) and Papaya (Carica papaya L.) "maradol" in Portuguesa State. Venezuela (Resumen). In I Congreso Agroforestal Mundias. IFAS. Orlando, Florida. P. 397.

Valencia, C. M. G., 1998. Hongos micorrícicos vesículo-arbusculares asociados a plantas silvestres de chile piquín (*Capsicum annumm L. var aviculare* dunal) en los municipios de Linares y Montemorelos Nuevo León, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales. UANL: 134 p.

Villalón M, H. 1989: Ein Beitrag zur Verwertung von Biomasse produktion und deren Qualitat fur die forst und landwirtschaftliche Nutzung des Matorrals in der Gemeinde Linares, N. L. Gottinger Beitrage zur land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen. Heft 39. 165 p.

COMPOSICIÓN DE LA ESTRUCTURA Y CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES POST-INCENDIO DE UN BOSQUE TEMPLADO DEL SUROESTE DE DURANGO

Sergio Rosales Mata [a], José Ángel Sigala Rodríguez [a], Erickson Basabe Villalobos [a], Homero Sarmiento López [a], Laura Elena Martinez [b].

[a] Centro de Investigación Regional Norte-Centro-INIFAP. Durango, Durango, México, [b] Maestría Interinstitucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales UJED.
rosales.sergio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas forestales albergan un gran número de especies. Cuando una única o unas pocas especies predominan en una comunidad, estos organismos son dominantes. No siempre los dominantes en una comunidad son los organismos que tienen mayor representatividad numérica, pueden ser también los que poseen mayor biomasa, los que se adelantan a acaparar la mayoría de espacios, los que realizan la mayor contribución al flujo de energía, o los que controlan o influyen sobre el resto de la comunidad. En especies vegetales, se miden a los dominantes a través de su biomasa o de su área basal. La diversidad de especies hace referencia tanto al número de especies, riqueza de especies, como a la abundancia relativa de individuos entre las especies, equitatividad de especies. Para cuantificar la diversidad de especies se han propuesto diversos índices, el más común es el de Shannon, que mide el grado de incertidumbre, es decir, si la diversidad es elevada, es difícil predecir a que especie pertenecerá un individuo tomado al azar. Para un grupo de especies, alta dominancia significa escasa diversidad. También se encuentra el índice de valor de importancia y la frecuencia de las especies, que en conjunto ayudan a determinar la composición de un ecosistema. (Jiménez *et al*., 2001; Smith y Smith, 2001).

Una de estas modificaciones a menudo son los incendios forestales, que si bien acaban con poblaciones de plantas y animales, dan paso a la renovación de otras que desarrollan capacidades de adaptabilidad como una corteza gruesa en el caso de los árboles, y propician la aparición de especies tolerantes al fuego (Nasi *et al*., 2002). La intensidad de los incendios afecta la estructura de los ecosistemas forestales, ante un incendio de baja intensidad pueden sobrevivir un mayor número de individuos de una o varias especies, además que forman una capa de cenizas lista para dar cobijo a algunas semillas.

Dada la importancia ecológica, económica y social de estos ecosistemas, es necesario generar conocimiento sobre su diversidad, composición y caracterización estructural, que proporcione elementos básicos para la implementación de planes y programas de manejo adecuados, tanto para conservación y restauración, como para el aprovechamiento sustentable (Jardel, 2010).

Para el presente estudio se caracteriza la diversidad de especies en un área de bosque de pino-encino con evidencias de incendios. Se busca obtener información básica sobre las características de estos bosques que coadyuven al entendimiento de la estructura actual y de cómo esta ha sido moldeada por factores naturales y antropogénicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Ejido Adolfo Ruiz Cortines se localiza en la región suroeste del estado de Durango, dentro de la Sierra Madre Occidental a 110 km de la ciudad de Durango, su acceso es a través de la carretera Durango-Mazatlán. El ejido posee una superficie de 4224 ha. Geográficamente se localiza en las coordenadas 23° 41' y los 23° 45' de latitud Norte y entre los 105° 14' y los 105° 19' de longitud Oeste.

Para el muestreo del arbolado se establecieron tres parcelas permanentes. Estas parcelas se ubicaron en condiciones fisiográficas similares. El tamaño de estas parcelas de muestreo es de 1600 m^2 cada una.

Por años, estos rodales fueron perturbados por causas antropogénicas como pastoreo, extracción de leña y madera, e incendios forestales, de acuerdo al estudio realizado por (Rosales, 2016) quien reconstruyó el historial de incendios de esta zona, en la cual presentaba evidencias de incendios a través de las cicatrices que estos dejan en el arbolado, en base a ello se seleccionaron tres parcelas, con alta, media y baja intensidad de incendios, de acuerdo al número de evidencias encontradas.

Las parcelas permanentes de muestreo tienen una forma cuadrada de 40 x 40 m. Su orientación se ubicó con respecto a la pendiente y para el establecimiento de las parcelas se utilizó el hipsómetro láser Nikon Forestry Pro y una brújula. Para facilitar el muestreo y análisis de datos, se delimitaron cuadros de 20 x 20 m (subparcelas). En total se tienen 4 subparcelas para cada parcela de 40 x 40 m. de esta manera, para cada subparsela se tiene información de la vegetación. Los datos utilizados para este trabajo son el diámetro a la altura de 1.30 m (*DAP*), altura total y de fuste limpio, diámetro de copa y se determinó la especie de cada individuo mayor a 7.5 cm de DAP.

Para cumplir con los objetivos del trabajo, se determinaron los parámetros ecológicos de abundancia (A_{rel}), dominancia (D_{rel}) y, frecuencia (F_{rel}) de cada especie. Con dicha información se calculó el índice de valor de importancia (*IVI*). Para estimar la riqueza de especies se utilizó

el índice de Margalef. En lo que se refiere a la diversidad se usó el índice de Shannon & Weiner (González *et al.*, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la información recabada se registraron un total 4 familias, 5 géneros y 10 especies. Presentándose las familias más abundantes *Fagaceae* y *Pinaceae*, con tres especies cada una. Los género más abundante fueron *Quercus* y *Pinus*, con la presencia de *Q. durifolia*, *Q. rugosa* y *Q. sidroxila*, además de *P. durangensis*, *P. engelmannii* y *P. Leiophylla* (Cuadro 1). Alanís *et al*. (2008), registraron que *Quercus* es el género más abundante en áreas afectadas post-incendio; ya que, este grupo es favorecido por los incendios forestales debido a la capacidad de rebrotar, que se estimula ante los efectos del aumento de la temperatura del suelo causada por el fuego.

En general las tres parcelas de estudio no presentaron una mayor diversidad de familias y géneros, se encontraron prácticamente las mismas especies, en diferentes densidades únicamente, en el Cuadro 1, se logra apreciar en número de individuos presentes por parcela y la densidad por hectárea.

Cuadro 1. Especies arbóreas y arbustivas presentes en el área de estudio

Familia	**Gerero y Especie**	**Alta**		**Media**		**Baja**	
		N	**N/ha**	**N**	**N/ha**	**N**	**N/ha**
Ericaceae	Arbutus xalapensis	8	50	13	81	23	144
Cupressaceae	Cupressus lindley	0	0	0	0	2	13
Cupressaceae	Juniperus deppeana	1	6	0	0	0	0
Pinaceae	Pinus durangensis	37	231	8	50	0	0
Pinaceae	Pinus engelmannii	0	0	11	68	17	106
Pinaceae	Pinus leiophylla	8	50	26	162	27	168
Fagaceae	Quercus durifolia	1	6	27	168	28	175
Fagaceae	Quercus rugosa	8	50	0	0	0	0
Fagaceae	Quercus sideroxila	24	150	9	56	25	156
Total		**87**	**544**	**94**	**588**	**122**	**763**

En cuanto a la comparación entre las parcelas se puede decir que la parcela con intensidad baja presenta el mayor número de árboles 763 N/ha, sobresaliendo *Quercus durifolia* con 175 N/ha, mientras que la parcela de alta intensidad presentó la menor densidad de árboles con 544 N/ha con los que se puede suponer que la perturbación ocasionada por los incendios disminuyó la cantidad de arbolado; sin embargo, dentro de esta parcela *Pinus durangensis* presentó la

mayor densidad con 231 N/ha, superando a todas las demás especies de los diferentes tratamientos (Cuadro 1).

En el Cuadro 2 se pueden observar las características dasométricas de las tres parcelas estudiadas. Los géneros que destacan son el *Pinus*, *Quercus* y *Arbutus* los cuales presenta los mayores valores en todos los estimadores. La parcela de media intensidad presentó el mayor diámetro general promedio .20 m, mientras la mayor área de copa se presentó en la parcela de alta intensidad 299.6 m^2, es de suponer que *Pinus durangensis* por sus características morfológicas al tener una copa alta no es afectada por los incendios forestales superficiales; además, presenta características como corteza gruesa, autopoda y regeneración de copa en árboles pequeños, que la hacen resistente a los incendios (Rodríguez & Fulé 2003) por tal motivo presenta el mayor valor para esta variable 858.05 m^2. La mayor altura se presentó en la parcela de baja intensidad 10.12 m.

Cuadro 2. Características dasométricas de las parcelas de estudio

Especie	**Alta**			**Media**			**Baja**		
	DAP (m)	AC (m^2)	h (m)	DAP (m)	AC (m^2)	h (m)	DAP (m)	AC (m^2)	h (m)
Arbutus xalapensis	.21	195.21	7.21	.22	221.83	6.39	.15	287.98	5.37
Cupressus lindley	0	0	0	0	0	0	.11	19.10	7.45
Juniperus deppeana	.08	5.06	3.25	0	0	0	0	0	0
Pinus durangensis	.22	858.05	12.29	.31	270.01	13.81	0	0	0
Pinus engelmannii	0	0	0	.19	77.23	11.45	.20	157.84	15.35
Pinus leiophylla	.21	190.97	11.63	.17	272.44	10.53	.19	358.49	14.16
Quercus durifolia	.16	31.06	6.70	.19	376.22	8.34	.15	304.70	8.63
Quercus rugosa	.13	145.51	6.75	0	0	0	0	0	0
Quercus sideroxila	.21	671.33	10.38	.14	94.29	8.08	.16	268.69	9.79
Promedio	**.18**	**299.60**	**8.32**	**.20**	**218.67**	**9.77**	**.16**	**232.80**	**10.12**

Donde: DAP = diámetro promedio a la altura del pecho (1.30m); AC= área de copa promedio en metros cuadrados; h=Altura total promedio en metros.

En cuanto a la diversidad de Shannon el mayor valor fue en la parcela de media intensidad 1.67, seguido de la de baja con 1.65 y por último la de alta intensidad 1.47, los valores reportados son bajos comparado con los de áreas con historial de uso silvícola y agrícola ya que Jiménez *et al.*, (2012) registraron valores de diversidad de 2.24. La riqueza de especies a través del índice de Margalef muestra que la parcela con mayor riqueza es la de alta intensidad con 1.34, seguido de la media intensidad 1.09 y por último la de baja con 1.04. Estos bosques muestran una similar riqueza que los estudiados por Alanís *et al.* (2010), cuyos valores de

fueron 0.91 y 1.59 mínimo y máximo respectivamente. Con estos resultados se puede considerar que las áreas de estudio presenta una riqueza de especies intermedia.

Para determinar los valores de importancia de las especies se promedian los valores de A_{rel}, D_{rel}, F_{rel}, mediante los cuales se obtuvo el valor (*IVI*). La parcela de alta intensidad presentó a *Pinus durangensis* y *Quercus sideroxila* con el mayor índice de valor de importancia. La parcela de media intensidad presentó a *Quercus durifolia* y *Pinus leiophylla* con el mayor índice de importancia. Mientras que la de baja intensidad las mismas especies presentaron el mejor índice pero en diferente orden en primer lugar *Pinus leiophylla* y en segundo *Quercus durifolia* (Cuadro 3)

Cuadro 3. Valores de abundancia, dominancia, y frecuencia relativa e índice de Valor de Importancia de las áreas evaluadas.

	Alta				**Media**				**Baja**			
	A_{rel}	D_{rel}	F_{rel}	*IVI*	A_{rel}	D_{rel}	F_{rel}	*IVI*	A_{rel}	D_{rel}	F_{rel}	*IVI*
Arbutus xalapensis	9.2	9.3	19.0	12.5	13.7	16.9	20.0	16.9	18.9	20.6	18.2	19.2
Cupressus lindley	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	1.4	9.1	4.03
Juniperus deppeana	1.1	0.2	4.8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pinus durangensis	42.5	40.9	19.0	34.2	8.4	20.6	20.0	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Pinus engelmannii	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6	5.9	10.0	9.2	13.9	11.3	18.2	14.5
Pinus leiophylla	9.2	9.1	14.3	10.9	27.4	20.8	20.0	22.7	22.1	25.7	18.2	22
Quercus durifolia	1.1	1.5	4.8	2.5	28.4	28.7	15.0	24.0	23.0	21.8	18.2	21
Quercus rugosa	9.2	6.9	19.0	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Quercus sideroxila	27.6	32.0	19.0	26.2	10.5	7.2	15.0	10.9	20.5	19.2	18.2	19.3
	100	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

Donde*:* A_{rel}= Abundancia relativa; D_{rel}=Dominancia relativa; F_{rel}= Frecuencia relativa; *IVI*=Índice de valores de importancia.

CONCLUSIONES

La especie de mayor importancia en base al IVI fue *Pinus Durangensis,* la especie cuenta con características que la hacen resistente al fuego, ya que superó a las demás a pesar de estar en la parcela de alta intensidad.

En general las tres parcelas cuentan con una baja diversidad y una intermedia riqueza de especies.

BIBLIOGRAFÍA

Alanís, E.; J. Jiménez, O. Aguirre, E. Treviño, E. Jurado, y M. González, 2008. “Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco”. *Ciencia UANL*, **10**(1):56-62.

Alanís, R. E., Jiménez J., Pando M., Aguirre C.O.A., Treviño E.J. & Canizales P. 2010. Caracterización de la diversidad arbórea en áreas Restauradas post-incendio en el parque ecológico Chipinque, México. Acta biol. Colomb., 15 (2): 309 – 324.

González, R.H.; R. Ramírez, I. Cantú, M. Gómez, y J. Uvalle, 2010. “Composición de la estructura y vegetación de tres sitios del estado de Nuevo León, México”. *Polibotánica*, **22**: 91-106.

Jardel, P.E.J. 2010. Planificación del Manejo del Fuego. Universidad de Guadalajara-Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente-Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C.-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. 59 pp.

Jiménez, J., O. Aguirre y H. Kramer. 2001. Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multicohortal de pino-encino en el norte de México. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales, *10*(2), 355–366.

Nasi, R., R. Dennis, E. Meijaard, G. Appllegate y P. Moore. 2002. Los incendios forestales y la diversidad biológica. Unasylva, Revista internacional de silvicultura e industrias forestales. 53 (209): 36-40.

Rodríguez, T.D.A. & Fulé P.Z. 2003. Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal. International Journal of Wildland Fire 12:23-37.

Rosales, M., S 2016.Reconstruccion de precipitación e incendios en bosques de coníferas en el Ejido Adolfo Ruiz Cortines, Pueblo Nuevo, Durango. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. 63 p.

Smith, R. L. y T. M. Smith. 2001. Ecología. 4ª Edición. Pearson Educación, S. A. Madrid, España. 664p.

VARIACIÓN MORFOLÓGICA Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA EN CUATRO PROCEDENCIAS DE *Pinus arizonica* ENGELM, EN VIVERO

[1]José Luis García Pérez, [2]Juan Luis Herrera Villegas [1]Carlos René Lara Macías, [1]Manuel Alarcón Bustamante.

[1]Sitio Experimental La Campana, Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Carr. Chihuahua a Ojinaga Km 33.3, Cd. Aldama, Chih. C.P. 32910. Facultad de Ciencias Agrícolas y Tecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. Av. Pascual Orozco s/n, Campus 1, Santo Niño, Chihuahua, Chih. C.P. 31110. garciap.luis@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En general, el crecimiento de las especies forestales es influeciado por factores genéticos, ambientales y la interacción entre estos. Los patrones de variación genética son la clave para la movilidad de la semilla, debido a que el control de la distribución de esta puede favorecer el éxito de las reforestaciones (Morgensen, 1996). La variabilidad genética y la plasticidad fenotípica son los factores clave para la selección de genotipos necesarios para los futuros programas de reforestación (Dhar *et a.l,* 2014). Por tal razón, se debe tener información de patrones de variación dentro y entre fuentes de germoplasma para la identificación de las mejores fuentes de semillas y sus rangos de trasferencia. Sin embargo, independeientemente de la calidad del germoplasma, durante la selección de las fuentes de semilla se debe considerar la distancia entre el sitio donde está la fuente de semilla (procedencia) y el sitio de plantación, debido a que algunos genotipos son de rango de distribución limitado debido a factores físicos, edáficos, climáticos y topográficos, por lo que al moverla fuera de este se propician problemas de adaptabilidad (Prieto y López, 2006). Al respecto, Thompson (2004) sugiere que la distancia entre el origen del germoplasma y el sitio de plantación no debe superar los 160 km y que la diferencia en altitud y no puede ser mayor a 365 m y debe tener condiciones ecológicas similares. Sin embargo, en la actualidad los efectos del cambio climático dificultan la adaptación de algunos genotipos a determinados ambientes. Por lo anterior, para simular estos escenarios se han realizado algunos estudios mediante ensayos de diferentes fuentes de semilla, como es el caso de Arend *et al.* (2011) al evaluar cuatro procedencias de *Quercus robur, Q. petraea y Q. pubescens* encontraron disminución en el crecimiento en altura y diámetro en función de los niveles de sequía, mientras que la simulación de aire cálido estimuló el crecimiento en altura pero redujo el desarrollo de la longitud de la raíz. En México existen diversos estudios en esta temática, como el de Castellanos *et al.* (2013) quienes observaron variaciones en altura entre poblaciones de *Pinus devoniana* a partir de los tres y cinco meses de su cultivo en vivero, en cual fue asociado con un gradiente altitudinal, no así

para *P. leyophila,* el cual solo mostró diferencias a los tres meses. En la actualidad, aún se carece de un control eficiente del germoplasma utilizado en la producción de planta, lo que sumado a otras causas como calidad de planta y condiciones adversas en los sitios de plantación asi como prácticas culturales deficientes, trae en consecuencia, bajos porcentajes de supervivencia (CONAFOR, 2012). *Pinus arizoniza* es una de las especies maderables comerciales de alta importancia ecológica, económica y social en los bosques templados del norte de México, debido a su amplia distribución geográfica en la Sierra Madre Occidentales Por tal razón es de suma importancia el estudio de su variación genética. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la procedencia de *Pinus arizonica* Engelm en las principales características morfológicas de calidad de planta, utilizando semilla recolectada de cuatro poblaciones ditribuidas en el maciso forestal del estado de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el vivero forestal "El Ciruelo" de la UMAFOR San Juanito, el cual está ubicado en el Ejido San Juanito, municipio de Bocoyna, Chihuahua, en las coordenadas 28° 02' 5.4" N y 107° 36' 8.27" O a una altitud de 2 452 m. El clima de la localidad presenta temperatura media anual de 10 °C, mínima media de 0.5 C y máxima media de 19.4 C la precipitación media anuales es de 727.8 mm.

En la producción de planta se utilizaron contenedores de poliestireno tipo Copper Block® de 77 cavidades con capacidad de 170 cm^3. El sustrato utilizado consistió en una mezcla de corteza de pino composteada, turba, agrolita y vermiculita. Previo a la siembra la semilla se remojó durante 24 horas en una solución de agua con peróxido de hidrógeno. En la siembra se depositaron dos semillas por cavidad. El manejo de la planta durante la etapa de vivero incluyó rutinas de fertilización mediante aplicaciones de fertilizante soluble en función de las etapas de crecimiento.

La semilla empleada se recolectó en cuatro poblaciones (procedencias) de *Pinus arizonica* Engelm. distribuidas en zonas representativas de la región de bosque templado y que son fuente de recolección de semilla (áreas semilleras) en los programas de producción de planta en el estado de Chihuahua. En el Cuadro 1 se presentan la localización geográfica y las principales características ecológicas de los sitios de recolección.

Cuadro 1. Localización geográfica y características ecológicas de cuatro poblaciones de *Pinus arizonica* Engelm en el estado de Chihuahua.

Procedencia	Municipio	Localización geográfica			PMA (mm)	TMDA (°C)	TMIN (°C)	TMAX (°C)	Suelo
		Latitud	Longitud	Altitud					
El Cuatro	Madera	29°19´28"	108°12´11"	2390	400-800	10.7	1.1	20.4	Vertisol
El Porvenir	Guachochi	26°44´29"	107°14´56"	2456	400-800	10.2	0.8	19.4	Umbrisol
El Ranchito	Bocoyna	27°58´52"	107°47´2.5"	2430	800-1000	9.3	0.2	18.5	Leptosol
La Onza	Guadalupe y Calvo	25°57´14"	106°43´02"	2565	400-800	13.2	3.9	22.5	Cambisol

Donde: PMA= Precipitación media anual; TMDA= Temperatura media anual; TMIN=Temperatura mínima media anual; TMAX= Temperatura media máxima anual.

Evaluación morfológica y distribución de biomasa

Después de 11 meses de la siembra, se realizó la evaluación morfológica de las plantas mediante un muestreo destructivo y se midió la altura (cm), el diámetro (a la base del cuello en mm), el volumen de la raíz (cm^3) y la biomasa de la parte aérea y radical (g). Las muestras se colocaron en bolsas de papel por separado en una estufa a 70 °C, durante 72 h, hasta obtener peso constante. Con las variables anteriores se calculó el índice de robustez, la relación parte aérea/raíz, así como el índice de calidad de Dickson (Ritchie *et al.,* 2010) el cual se determinó con la siguiente expresión:

$$ICD=\frac{\text{Biomasa seca total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}}+\frac{\text{Biomasa seca aérea (g)}}{\text{Biomasa seca radical (g)}}}$$

Posterior al secado, se determinó la distribución de biomasa en acículas, tallo y raíz de las plantas. Para ello separaron las hojas del tallo y raíz y posteriormente se pesaron por separado en una balanza analítica con precisión de centésimas de gramos.

Diseño experimental y análisis estadístico.

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones por tratamiento (procedencia) en una muestra de cinco plantas por unidad experimental. Se realizaron análisis de varianza mediante el procedimiento GLM de SAS 9.0 (SAS Institute, 2002). Cuando se encontró significancia estadística entre tratamientos se aplicaron pruebas de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$). Previo a ello se validaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Atributos morfológicos

Se encontró efecto significativo (p≤0.05) en la mayoría de las variables morfológicas por efecto de la procedencia de la semilla, con excepción de la variable RPAR. En general, la planta producida con germoplasma de la población El Porvenir sobresalió en la mayoría de los atributos morfológicos de calidad de planta, seguida por la población de El Ranchito. Caso contrario sucedió con las procedencias de El Cuatro y La Onza. No obstante, al analizar las variables combinadas en el ICD, la procedencia de El Cuatro reflejó valores aceptables en este índice.

Cuadro 3. Atributos morfológicos de cuatro procedencias de *Pinus arizonica* Engelm. cultivados en vivero.

Procedencia	Altura (cm)	Diametro (mm)	Biomasa (g)			RPAR	IR	ICD
			Aérea	Radical	Total			
El Cuatro	11.29 c	4.78 b	1.40 b	1.15 ab	2.55 b	1.34	2.39 b	0.71 a
El Porvenir	12.13 bc	5.23 a	1.80 a	1.21 ab	3.01 a	1.51	2.34 b	0.79 a
El Ranchito	13.14 ab	4.52 bc	1.65 ab	1.28 a	2.93 ab	1.33	2.95 a	0.70 a
La Onza	13.46 a	4.34 c	1.49 b	1.08 b	2.57 b	1.44	3.15 a	0.58 b
(P > F)	0.0001	0.0001	0.0002	0.0295	0.0028	0.3975	0.0001	0.0001

RPAR=Relación parte aérea/parte radical; IR=índice de robustez; ICD=Índice de calidad de Dickson. Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas (Tukey, $P < 0,05$).

La respuestas morfológicas obtenidas en el presente trabajo, se atribuyen a la distancia geográfica entre el sitio de recolección y el sitio donde se realizó el ensayo, ya que las plantas que se cultivaron con semilla proveniente de regiones geográficamente muy distantes como La Onza y El Cuatro presentaron variaciones morfológicas poco favorables propiciadas por la distancia latitudinal entre el sitios de origen y el lugar donde se produjo la planta. Sin embargo no se observó un patron clinal en función de la latitud. El caso más contrastante se presentó en la semilla de La Onza, la cual presentó los menores crecimientos debido a que las condiciones ecológicas de temperatura y humedad de su sitio de origen contrastan considerablemente con las condiciones en el sitio de producción. Sáenz-Romero *et al.* (2011) encontraron diferencias en altura de 13 poblaciones de *Pinus patula* asociado a un ligero patrón clinal a los seis meses de edad cultivadas vivero en dos ambientes contrastantes. Por su parte Viveros *et al.* (2008) evaluaron ocho procedencias recolectadas en un gradiente altitudinal de *Pinus pseudostrobus* en dos sitios con precipitación contrastante y encontró diferencias en altura y diámetro de la

copa, sin embargo, no se encontró un patrón clinal bien definido de diferencia genética entre poblaciones.

Distribución de biomasa

Se encontraron diferencias (p≤0.05) entre la procedencia de la semilla. La mayor producción de biomasa en acículas se produjo en las plantas producidas con semilla proveniente de El Ranchito, seguido por la procedencia de El Porvenir. Por el contrario, esta misma variable fue menor en las poblaciones de La Onza y El Cuatro. No obstante, la biomasa en tallo fue mayor en El Porvenir mientras que los menores pesos del tallo fueron en La Onza y El Cuatro. En el caso de la biomasa de raíz existió la misma tendencia de los otros componentes de la planta (Figura 1).

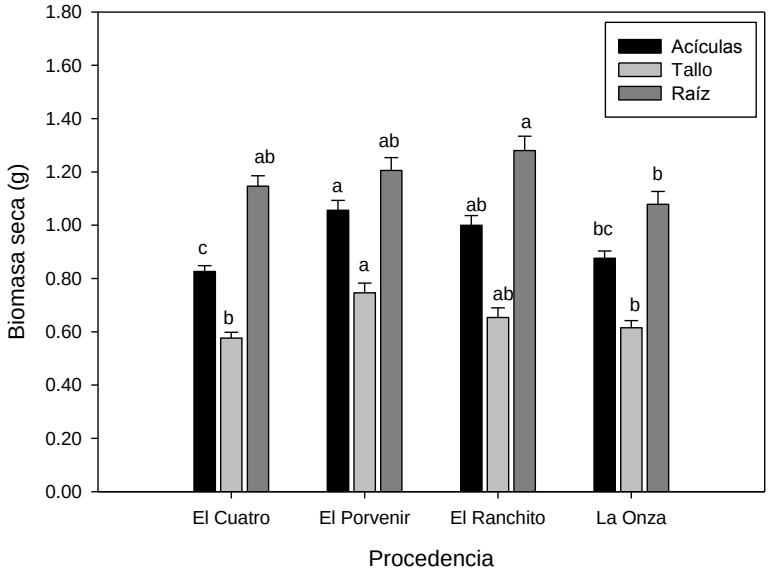


Figura 1. Distribución de biomasa en hojas, tallo y raíz en planta de cuatro procedencias de *Pinus arizonica* Engelm, producido en vivero.

Pese a que no existe un rango altitudinal muy amplio entre las procedencias bajo estudio (175 m), las plantas mostraron variaciones en su morfología y en la asignación de biomasa de sus componentes (acículas, tallo y raíz). Estas respuestas pueden atribuirse a gradientes latitudinales entre los sitios de recolección, así como a la diferencia en las condiciones ecológicas en cada sitio y a la interacción de las características genéticas con el ambiente de producción. No obstante, para precisar más estos efectos se requiere realizar estudios con un mayor número poblaciones y en sitios diferentes, además de realizar evaluaciones en diferentes etapas y épocas de crecimiento de las plantas para determinar (Viveros *et al.,* 2006).

CONCLUSIONES

La procedencia de la semilla influyó en los atributos morfológicos de calidad de planta de las procedencias evaluadas. La mejor calidad se obtuvo en plantas cuyo origen genético es cercano al ambiente de producción, así como condiciones ecológicas semejantes. Cuando se utilizó planta de regiones muy distantes en latitud se afectaron las principales características morfológicas. La distribución de biomasa en acículas, tallo y raíz se modificó en función de la procedencia de la semilla. En la práctica estos resultados pueden apoyar en la toma decisiones en la recolección de semilla, así como en los procesos de producción de planta para las reforestaciones lo que podría incrementar las posibilidades de éxito.

BIBLIOGRAFÍA

Arend, M., T. Kuster, M. S. Gunthard-Goerg and M. Dobbertin. 2011. Provenance-specific growth responses to drought and air warming in three Europan oak species *(Quercus robus, Q. Petraea and Q. pubescens).* Tree Physiology 31:287-297.

Castellanos A., D., C. Sáenz R., R. Linding C., N. M. Sánchez V., P. Lobbit y J. C., Montero C. 2013. Variación altitudinal entre especies y procedencias de *Pinus pseudostrobus, P. devoniana y P. leiophylla*. Ensayo de vivero. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 19: 399-411.

CONAFOR. 2012. Evaluación complementaria del Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales (PROCOREF) ejercicio fiscal 2011. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México. 276 p.

Dhar, Amalesh, N. Balliet and D.B. Hawkins. 2014. Variability in height growth, survival and nursery carryover effect of *Betula papyrifera* provenances. Scandinavian Journal of Forest Research 29: 132-143.

Morgenstern, E. K. 1996. Geographic variation in forest tres genetic basis and application of knowledge in silviculture.Vancouver: University of British Columbia Press.

Prieto, R., J.A. y López U. J. 2006. Colecta de semilla forestal en el género *Pinus*. Folleto Técnico Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP-CIRNOC. 41 p.

Ritchie GA, TD Landis, K Dumroese, D L Hasse. 2010. Assessing Plant Quality. *In:* The Container Tree Nursery Manual. Vol. 7, Seedling Processing, Storage, and Outplanting. T. D. Landis, R. K. Dumroese, and D. L. Haase (eds.). Agric. Handbook. 674. USDA. Forest Service. Washington, DC. USA. pp:2-15.

Sáenz-Romero C, L. F. Ruiz T., J. Bealieu, N. M. Sánchez V. y G. E. Rehfeldt. 2011. Variación genética entre poblaciones de *Pinus patula* en un gradiente altitudinal. Ensayo de vivero en dos ambientes. Revista Fitotecnia Mexicana 34:19-25.

SAS (Statistical Analysis System) Institute (2002) SAS/STAT Computer Software. Release 9.00. SAS Institute Inc. Cary, N.C. 5121 p.

Thompson, C. M. 2004. Zonificación de semillas en México. *In:* Manejo de Recursos Genéticos Forestales. J.J. Vargas H., B. Bermejo V. y T. Ledig (Eds.). 2da ed. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México y Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco. pp: 58-71.

Viveros-viveros, H., C. Sáenz-Romero, J.J. Vargas-Hernández y J. López-Upton. 2006. Variación ente procedencias de *Pinus pseudostrobus* establecidas en dos sitios de Michoacán, México. Revista Fitotecnia Mexicana 29:121-126.

ANÁLISIS DE LA RED DE VALOR DE EXPORTACIÓN DE LA GUAYABA EN CALVILLO, AGUASCALIENTES

Mercedes Borja Bravo[1], José Luis Ramos González[1], Karla Vanessa de Lira Ramos[1], Alejandra Vélez Izquierdo[2] y Magdalena García González[1].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. Correo electrónico: borja.mercedes@inifap.gob.mx. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Disciplinario de Fisiología y Mejoramiento Animal. Km. 1 Carr. A Colón, Ajuchitlan, Querétaro.

INTRODUCCIÓN

La guayaba en México se encuentra entre los 20 frutales más importantes que se producen en el país y es apreciada por sus cualidades nutracéuticas. De acuerdo con las estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIACON-SIAP, 2014), en México la guayaba se produce en 22 estados del país, considerando la superficie plantada de 2014, los estados con mayor importancia son: Michoacán, Aguascalientes, Zacatecas y Estado de México, que en conjunto contabilizan el 93.3% de la superficie. El cultivo de la guayaba genera alrededor de cuatro millones de jornales y 24,500 empleos directos al año (SAGARPA, 2009),

Cada año Aguascalientes produce poco más de 95 mil toneladas de fruta que representan el 32.3% de la producción nacional, del cual el 94% se destina para la venta en fresco. A partir de 2005 la guayaba de Aguascalientes se comercializa en el mercado estadounidense, sin embargo las exigencias en sanidad e inocuidad de la fruta y la preferencia del mercado internacional por fruta de mayor tamaño y pulpa de color rosado y blanco, han propiciado que la guayaba no se haya podido posicionar en este mercado (Mondragón *et al*., 2009).

Hoy en día, la competencia por los mercados se da entre cadenas productivas y no entre empresas, lo que exige que la red de valor en torno al fruto este unida y trabaje por un mismo objetivo, que es agregar valor al cliente. Ante esta situación, las empresas que conforman la red deberán orientar sus esfuerzos en especializarse en lo que hacen y con ello generar ventajas competitivas en el mercado; es decir, características y atributos de la guayaba que le de superioridad sobre sus competidores inmediatos (Quintero *et al.,* 2006). En este sentido se han desarrollado trabajos para analizar el funcionamiento, estructura y problemática de redes de valor de productos agrícolas, con la finalidad de generar información estratégica que apoye la competitividad de las redes y el desarrollo de los territorios. Algunos ejemplos al respecto son

los trabajos realizados por Embris (2011) para el caso del mango Ataulfo en el estado de Guerrero y el de Sánchez (2008) para la red de valor de la zarzamora en Michoacán.

Lograr la comercialización internacional de la guayaba de manera exitosa, requiere que los productores puedan competir en condiciones de certidumbre, contar con todos los recursos técnicos, financieros y humanos para atender los aspectos de productividad, logística, promoción, publicidad y comercialización (SAGARPA, 2009). Además, se requiere utilizar técnicas agrícolas apropiadas para producir fruta de calidad e inocua que tenga buena aceptación en el mercado. Ante esta situación, el objetivo de este trabajo se centra en analizar la red de valor de la guayaba para exportación a partir de identificar a los actores involucrados y analizar el grado de coo-petencia de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Calvillo, Aguascalientes que se localiza en la parte suroeste del estado entre los 21° 42’ 54.00’’y 22° 06’ 25.20’’ de latitud norte y entre los 102° 31’ 26.40’’ y 102° 52’ 30.00’’ de longitud oeste, a una altura de 1,630 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una superficie de 908.23 kilómetros cuadrados y representa el 16 % del territorio del estado.

En esta investigación se utilizó la metodología de la red de valor con base a Muñoz, 2010 y Barrera *et al.* (2013), quienes determinan que una red se configura entorno a una empresa u organización rural, y está integrada por cuatro grupos de actores: en el eje vertical se encuentran los clientes y los proveedores, en donde el producto fluye contrario al dinero; en el eje horizontal, se encuentran los complementadores y los competidores en donde el flujo se concentra en información. En esta última relación, los primeros proveen a la empresa de asesoría, capacitación, recursos materiales y financieros, su función es hacer más atractivo al producto de la empresa, por el contrario, los segundos restan valor a la empresa en la medida en que captan parte del mercado objetivo.

Para obtener la información se aplicaron 91 encuestas a productores y 25 entrevistas a actores clave en la producción de guayaba (empaques, distribuidores, organizaciones, investigadores, servidores públicos), en ellas se captó información para el análisis de los involucrados y detectar los problemas de la red de valor, durante el 2015. Además de lo anterior, se realizaron en diciembre de 2014 y octubre de 2015 dos talleres con productores y actores clave de la red de valor, en el primero se determinaron los mercados y las características que debe tener la fruta para ser aceptada (calidad, color, sabor, empaque, precio); en el segundo, se priorizaron

los problemas de la cadena y se determinaron soluciones; esta información sirvió para corroborar y complementar la información obtenida en las encuestas.

Con la información obtenida se identificaron a los actores involucrados que integran la red de valor para la exportación de guayaba, su grado de participación y se identificó la problemática de la red.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según la información recabada por los diversos actores de la red de valor de guayaba para exportación, la fruta que demanda el mercado estadounidense debe cumplir con ciertas especificaciones en cuanto a calidad, sanidad e inocuidad, mismas que se enuncian en el Cuadro 1. Adicionalmente, la guayaba debe pasar por un proceso de irradiación para poder entrar a territorio estadounidense.

Cuadro 1. Características de la guayaba que demanda el mercado estadounidense

Parámetros	Requerimientos del mercado internacional
Tamaño	Primera, Diámetro de 4 a 4.9 cm.
Color	Verde alimonado y rayada (verde- amarillo por dentro)
Sabor y olor	Sabor dulce y olor característico de la fruta
Consistencia	Firme sin magulladuras, heridas ni rastro de enfermedades
Peso	60 a 80 gramos
Forma	Redonda y uniforme
Empaque	En cajas de cartón con 7.6 kg y 20% del producto etiquetado
Certificación	Norma SENASICA NOM- 023-FITO-1997 Buenas Prácticas Agrícolas Certificación en temporalmente libre de mosca de la fruta

Según Muñoz (2010) una red de valor está conformada por cinco tipos de actores, el centro se constituye como núcleo de poder y se les denomina empresas tractoras ya que pueden ubicar a las agroindustrias y comercializadores, otros de los actores son los proveedores, los clientes, los complementadores y los competidores. En lo que se refiere a la red de valor de la guayaba, se describe a cada actor involucrado a continuación:

En la red de valor de la guayaba para la exportación se identificaron como empresas tractoras a las empacadoras, quienes son los que acopian, seleccionan, empacan y envían la fruta para la frontera norte. En el municipio de Calvillo existen cuatro empaques y uno en el municipio de Aguascalientes (Cuadro 2), estos empaques se encuentran vigentes hasta agosto de 2016 en la Dirección de Regulación Fitosanitaria de SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y

Calidad Agroalimentaria) como empacadoras para exportación con tratamiento a base de irradiación (SENASICA, 2016).

Cuadro 1. Empaques para exportación de guayaba en Aguascalientes.

Empacadora	Ubicación	Productos autorizados
Flocal, S.A. de C.V.	Calvillo, Aguascalientes	Guayaba y chile manzano.
Integradora la Labor, S.A. de C.V.	Calvillo, Aguascalientes	Guayaba, mango, chile manzano y carambola.
Productores de Guayaba del Valle de Huejucar Calvillo, S.P.R. de R.L.	Calvillo, Aguascalientes	Guayaba, mango, chile manzano y carambola.
Guayabas La Soberana, S.P.R. de R. L.	Calvillo, Aguascalientes	Guayaba, mango, chile manzano, carambola, pitaya, granada e higo.
Frutas Premium, S. A. de C. V.	Aguascalientes, Ags.	Guayaba, chile manzano, lima, granada y pitahaya.

Fuente: SENASICA (2016)

Los productores fueron considerados como los proveedores en la red de valor de la guayaba. Estos actores se encargan de producir la materia prima (guayaba) y la trasladan a los empaques, donde es seleccionada de acuerdo a las características que demanda el mercado.

Los clientes de la guayaba para exportación son comercializadores y centros de autoservicio en Estados Unidos. Un estudio realizado por Productores y exportadores de guayaba mexicana (PEGUAM) identificó que dentro del mercado de Estados Unidos, el mercado hispano es el que consume la guayaba mexicana y tiene potencial de crecimiento. Para el caso de la guayaba de Aguascalientes, esta es transportada a McAllen, Texas, donde es recibida por comercializadores y distribuida a los centros de autoservicio en Texas, Chicago y otros estados.

Se definieron a las universidades y los centros públicos de investigación que desarrollan las innovaciones tecnológicas que apoyan la producción de la guayaba como los complementadores en la red, en este caso se encuentra INIFAP, Colegio de Postgraduados, la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), el Instituto Tecnológico de El Llano (ITEL), Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes (UTNA), entre otras. Las instituciones gubernamentales, técnicos y organizaciones que se encargan de brindar la asistencia técnica, capacitación y apoyos gubernamentales, entre ellas la Delegación estatal de SAGARPA, mediante INCA Rural, Sanidad Vegetal y CESVA , la Secretaría Estatal de Desarrollo Rural y Agroempresarial (SEDRAE); así mismo, las instancias de financiamiento como FIRA, Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario Rural ya sea gubernamental o privado.

El grupo de los competidores está integrado por los productores de guayaba de otras regiones productoras como son las de Michoacán y Zacatecas, quienes también compiten por el mercado nacional e internacional. Los actores y agentes que participan en la red de valor de la guayaba en fresco se observan en la Figura 1.

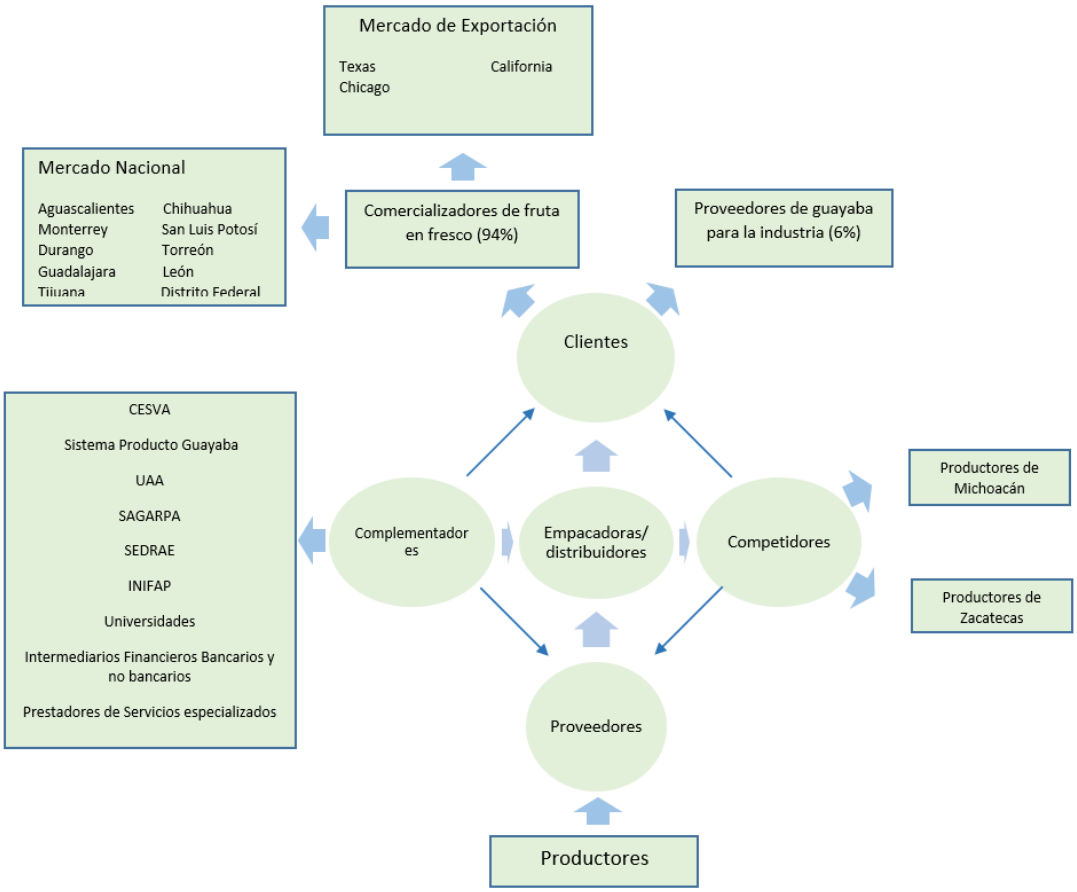


Figura 1. Red de valor de la guayaba para exportación en Aguascalientes. Fuente: elaboración propia

Grado de Coo-petencia de la red de valor de guayaba para la exportación.

Con base en los datos obtenidos en las encuestas a productores, el 53.8% mencionó que conoce a más de 25 productores ubicados en la región, lo que demuestra que existe reconocimiento entre ellos como pares; sin embargo, solo el 10% de los productores acepta que ha aprendido nuevas técnicas de producción de otros productores, lo que vislumbra que no existe intercambio en conocimiento entre los proveedores. El 67.8% de los entrevistados mencionaron que confían mucho en los productores que conocen, tal es así que el 43% estaría dispuesto a formar una sociedad con otros productores, el 43% les prestaría dinero y el 40.7% les pediría dinero prestado.

En Aguascalientes, el 41% de los productores tienen entre 5 a 30 años de pertenecer a una organización, lo que les ha sido benéfico para conseguir recursos (14%), para intercambio de información (27%), compras en conjunto (5%), obtener créditos (3%) y comercializar (11%). De los productores encuestados, el 22% son proveedores de las empacadoras, los productores mencionaron que los conocen y tienen entre 2 a 15 años de venderles su producto, además de que confían en el empaque. Las relaciones de comercialización se realizan de manera informal ya que los tratos los realizan bajo palabra y no firman contratos, esto genera un ambiente de incertidumbre entre los proveedores ya que expresan que no tienen garantías sobre la compra del producto. En el caso de que algún productor requiera financiamiento para la producción, los empaques no son un medio de financiamiento ya que no realizan adelantos sobre producción; sin embargo algunos productores si otorgan crédito a las empacadoras. En Calvillo la producción de guayaba se presenta de manera temporal, durante los meses de septiembre a abril, sin embargo, existe una exigencia del mercado por disponer de la fruta durante todo el año, esta situación provoca que algunas empacadoras tengan que cerrar cuando no hay producción y otras exportan la fruta de otros estados productores. Con respecto a los complementadores, los empaques mencionaron no tener contacto con instituciones de investigación, solo se apoyan con técnicos especializados en la sanidad e inocuidad del producto, ya que esta característica es elemental para la comercialización del producto. Por su parte, el 50% de los productores mencionó que tienen contacto con instituciones de investigación, universidades y dependencias de gobierno. En el caso de las universidades, son instituciones con las cuales los productores tienen regularmente contacto, en promedio tienen 9 años de conocerlas, confían mucho en la información que les proporcionan, pero estas no han contribuido en gran medida a mejorar su producción. En el caso de los centros de investigación, los productores no mantienen contacto con ellos, ya que se encuentran lejos del área, pero manifiestan que confían demasiado en la información y tecnología que desarrollan, en promedio los conocen desde hace 5 años. Los complementadores que mayor relevancia tuvieron fueron el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Aguascalientes (CESVA), quien proporciona capacitación y asesoría técnica, otorga apoyos económicos y da seguimiento a productores para la certificación de huertas. Otro actor importante es el Sistema producto de Guayaba de Aguascalientes, que resalta como gestor de apoyos gubernamentales, capacitación y asesoría técnica en beneficio de los productores organizados. Existen otros complementadores como los proveedores de insumos agrícolas, los cuales dan asesoría técnica a productores sobre el uso y aplicación de los productos que comercializan.

CONCLUSIONES

En la red de valor de guayaba para la exportación las empresas centrales son las empacadoras, quienes mantienen contacto directo con los comercializadores en Estados Unidos y manejan la información sobre las preferencias de los consumidores. Por su parte, los productores de guayaba son los proveedores de las empacadoras ya que abastecen de la fruta que se exportara.

En términos de Coo-petencia, los actores de la red se reconocen, y saben lo que otros actores hacen, sin embargo dicho conocimiento no lo adoptan entre ellos aun cuando identifican que tienen problemáticas similares. Los productores que están organizados mantienen vínculos estrechos de colaboración, sin embargo no comparten proyectos a largo plazo. Las empresas tractoras observan una limitada colaboración con los otros actores de la red. Es pertinente generar estrategias de colaboración y confianza entre los actores de la red, así como formalizar las relaciones y transacciones, con la finalidad de que les brinde seguridad y confianza, genere responsabilidades y se adquieran compromisos, estos elementos son indispensables para la integración de la red de valor de la guayaba.

BIBLIOGRAFÍA

Barrera R. A.; Baca del M. J.; Santoyo C. H.; Altamirano C. J. 2013. Propuesta Metodológica para analizar la competitividad de las redes de valor agroindustriales. Revista Mexicana de Agronegocios. Sexta Época. Año XVII. Volumen 32. Enero-Junio. Pág. 231-244.

Embris J., O. 2011. Análisis de la red de valor del mango ataulfo e la subcuenca del río Atoyac, Estado de Guerrero. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. 59 p.

Mondragón J., C.; Toriz A., L. M.; Guzmán M., S. H. 2009. Caracterización de selecciones de guayaba para el Bajío de Guanajuato, México. Agricultura técnica en México. 35 (3): 315-322.

Muñoz R., M. 2010. Identificación de problemas y oportunidades en las redes de valor agroalimentarias. 103-168 pág. In: Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural. Aguilar A., J.; Altamirano C., J. R. y Rendón M., R. (Coord.) . Universidad Autónoma Chapingo. México. 281 p.

Quintero, J. y Sánchez, J. 2006. La cadena de valor: una herramienta del pensamiento estratégico. Telos. 8 (3): 377-389.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2009. Estudio orientado a identificar las necesidades de infraestructura logística en la cadena de suministro de la guayaba para la exportación a Estados Unidos. A&A Agronegocios. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/documents/estudios_promercado/frucasa__re.pdf. Consultado el 11 de julio de 2016.

Sánchez R., G. 2008. La red de valor de la zarzamora. Clúster de los Reyes Michoacán, un ejemplo de reconversión competitiva. Disponible en: http://www.siac.org.mx/tecnos/14mich.pdf. Consultado el 18 de julio de 2016.

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2016. Empacadoras para exportación con tratamiento a base de irradiación. Disponible en: http://senasica.gob.mx/?id=3821. Consultado en julio de 2016.

SIACON-SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta- Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. Módulo Agrícola del SIACON. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2012parcialsiacon-zip/>. Consultado en junio de 2016.

LAVADO DE SUELOS CONTAMINADOS CON DIESEL UTILIZANDO SURFACTANTES

Nancy Cano Martagón*, Raúl Vidal García Hernández **

*Universidad Autónoma agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buena vista, Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315. Correo-e: mcnancy93@gmail.com
**INIFAP-CIRNOC. Campo Experimental Pabellón. Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. C.P. 20660.

INTRODUCCIÓN

En México existen sitios contaminados con diferentes tipos de compuestos orgánicos e inorgánicos, que propician la industria minera y petroquímica, además de la disposición clandestina de los hidrocarburos. De acuerdo con datos publicados por el INEGI (1999), la superficie de suelo degradado por causas de contaminación fue de 25,967 km^2. Las entidades más afectadas por las emergencias ambientales son Veracruz, Tamaulipas, Oaxaca, Hidalgo, Puebla, Guanajuato, San Luis Potosí, Jalisco, Tabasco y Coahuila. No obstante, el derrame de hidrocarburos afecta de manera irracional el territorio mexicano, causando la pérdida de flora y fauna. En todo el país existen problemas de contaminación aún no cuantificados con precisión. Sin embargo, pueden mencionarse de manera cualitativa los problemas de contaminación generados por el uso de agroquímicos, tanto fertilizantes como; los que son consecuencia del derrame y fugas de combustibles (INEGI, SEMARNAP, 1997). Sería difícil preparar una disolución de lavado capaz de retirar eficazmente varios tipos diferentes de contaminantes al mismo tiempo (Conde, 2002).

El uso de una tecnología de remediación en particular depende, además de los factores específicos del sitio y de las propiedades fisicoquímicas del contaminante, de su disponibilidad, de la fiabilidad demostrada o proyectada, de su estado de desarrollo (laboratorio, escala piloto o gran escala) y de su costo (Sellers, 1999). La restauración está enfocada a reutilizar los suelos que han sufrido una emergencia ambiental, la cual causa la infertilidad de gran parte de suelos en nuestro país. Por ello es que se busca proporcionar una alternativa para retomar el uso que anteriormente se le daba. Entre las técnicas más empleadas hasta ahora para la eliminación de los hidrocarburos presentes en los suelos, podemos citar la extracción de hidrocarburos por vacío, el lavado del suelo contaminado con agua, la incineración y la recuperación electrocinética entre otros.

El uso de la técnica de lavado con surfactantes aniónico lineal, aniónico y no iónico, se empleara a nivel laboratorio para recuperar suelos contaminados con diesel, posteriormente

analizarlos con algunos métodos, que detectan el carbono orgánico y la cantidad de hidrocarburos totales de petróleo residuales (HTP'S). El objetivo de estudio establecer el surfactante y el tiempo adecuado de extracción de diésel en el lavado de suelos

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración del presente trabajo se tomaron 2 muestras de suelo, según la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. La primera el suelo 1 se obtuvo en el bajío de la UAAAN, y la segunda el suelo 2 al norte de la misma, se extrajo la muestra al azar a una profundidad de 50 cm, y se trasladó al departamento de Ciencias del Suelo de la UAAAN, donde se encuentra el laboratorio de química de suelos para realizar la caracterización física y química.

Para continuar con el procedimiento se secó y por consiguiente se cribó a 2 mm, donde se tomaron cinco kg de suelo y se contaminó artificialmente con diesel a una concentración de cien mil ($mg.kg^{-1)}$, tomando como base los criterios de la NOM-038-SEMARNAT y de tal manera que el suelo contaminado sobrepasara por mucho el límite máximo permisible. Se intemperizó por un tiempo aproximado de tres meses. Cumpliendo con los requerimientos se procedió a la caracterización física y química como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo, métodos empleados para obtener los parámetros.

Características	Método
Textura	Bouyoucos
Potencial de hidrogeno relación 1;2	Potenciómetro
Conductividad Eléctrica	Extracto de Saturación
Materia orgánica	Walkley y Black
Materia orgánica	Calcinación
Carbonatos	Acido Base

Nota: Estas características se realizaron a los 2 tipos de suelos, y posteriormente a los suelos contaminados.

Lavado de suelos

Para la preparación de los surfactantes, se pesaron 15 g de jabón surfactante 1 anionico lineal y para el surfactante 2 anionico y no iónico se diluyo en 1500 ml de agua (1%). Posteriormente se homogenizó con el agitador magnético.

Teniendo las dos muestras, suelo 1 y suelo 2, los surfactantes preparados surfactante 1 anionico lineal, surfactante 2 anionico y no iónico, se procedió a realizar los tratamientos de lavado siguiendo la metodología de lavado de acuerdo al trabajo de (Piña, 2012), quien recomienda una relación suelo surfactante para el lavado del suelo contaminado 1:3.

Tratamiento 1 consta de: 25 g de suelo 1, más 75 ml del surfactante 1.

Tratamiento 2 consta de: 25 g de suelo 1, más 75 ml del surfactante 2.

Tratamiento 3 consta de: 25 g de suelo 2, más 75 ml del surfactante 1.

Tratamiento 4 consta de: 25 g de suelo 2, más 75 ml del surfactante 2.

Ya que se organizaron los tratamientos, se procede a evaluar las variables de tiempo de agitación a cada uno de estos: 24, 48, 72, 96 y 120 h.

Al haberse realizado el lavado de suelo, se procede a la caracterización del carbono orgánico de los suelos para comparar y analizar los datos. El experimento fue establecido bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los datos fueron analizados utilizando el programa R versión 3.1.1 (R Core Team, 2014). Se realizó el análisis de varianza (ANVA) para tratamientos y la comparación múltiple de medias con el método de tukey (p=0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2, se tienen los valores de los suelos utilizados en este experimento, en el cual se determinaron sus características físicas y químicas, para posteriormente poder realizar las comparaciones con el mismo suelo contaminado con hidrocarburos.

Cuadro 2. Propiedades físicas y químicas de los suelos utilizados.

	pH	CE	MO WB	Carbonatos	HTP'S	MO calcinación	Textura
		$dS\ m^{-1}$	%	%	$Mgkg^{-1}$	%	
Suelo1	7.9	.45	0.57	11.6		6.77	Migajón arcilloso
S1/C	8.2	.45	6.65	11.9	89700	16.72	
Suelo2	7.7	.80	6.42	16.9		11.22	Migajón arcilloso arenoso
S2/C	7.9	.70	13.15	21.0	90500	23.79	

Los datos obtenidos en el laboratorio indican que el porcentaje de materia orgánica tiene aumento muy notorio, lo cual no es un referente de la actividad microbiana, ni del número de microrganismos o biomasa presente en el sistema, de manera que no influye directamente en el tratamiento fisicoquímico que se plantea desarrollar. La materia orgánica al ser escasa favorece la adsorción del diesel a la matriz del suelo y no del microorganismo, lo cual aumenta la relación de desorción contaminante-suelo. Podemos mencionar que en general los valores de materia orgánica (carbono orgánico) son muy elevados lo que indica que el método está detectando además de carbono del suelo y del diesel, un carbono de los surfactantes (Piña, 2012).

Al evaluar el comportamiento promedio de diesel en cuatro tratamientos (dos tipos de suelo y dos surfactantes) en cinco tiempos, 24, 48, 72, 96, 120 h, con el método de extracción con solventes, el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de media llevado a cabo con el método de tukey (α=0.05) los tratamientos, T1, T3, y T4 ($mg.kg^{-1}$) mostraron diferencias significativas ($p<0.05$) con respecto al T2. En el Cuadro 3, se observa que el T2 en los cinco tiempos no mostró diferencias significativas. Sin embargo, numéricamente se observan diferencias siendo el mejor tiempo de extracción de diesel a 24 h.

Cuadro 3. Comportamiento promedio de diesel ($mg.kg^{-1}$) evaluado en cuatro tratamientos (dos tipos de suelos y dos surfactantes) y en cinco tiempos, utilizando el método e HTP´S.

	Tiempo (h)				
Tratamientos	24	48	72	96	120
TI	19400 a	30800 b	25433 b	31933 b	31266 b
T2	33833 b	54400 b	26711 b	45066 b	55333 b
T3	21233 b	20666 b	45666 b	34266 b	30166 b
T4	22275 b	50900 b	26350 b	41800 b	32400 b
C.V (%)	21.94	37.76	28.28	18.57	51.13
Prueba	Tukey($\alpha = 0.05$)				

No existe diferencia significativa como en el caso de Tratamiento 2 y se obtuvieron los valores más bajos del lavado, como ya se mencionó anteriormente se toma la lectura de los valores menores como referencia de una mejor eficiencia de lavado por los surfactantes ya que se está evaluando la cantidad de diesel residual presente en el suelo, por lo tanto esto quiere decir que

hubo mejor lavado en una forma muy general en los tratamientos y sobre todo a un tiempo de 24 horas.

En la Figura 1, se representa gráficamente para el método de HTP'S los valores y la extracción de diesel más significativo en cada tratamiento y tiempo establecido. Cabe mencionar que entre más bajo el valor de mg.kg-1 representado, la eficiencia de lavado fue mejor ya que lo que se representa es el diesel residual y entre más bajo el valor encontrado mayor diesel eliminado, en general la mejor extraccion fue a las 24 h,donde se encontró menor cantidad de diesel, el surfactante uno independientemente del suelo, lo cual se ve en el T1 y T3 los resultados son más significativos y para el caso del surfactante 2 este tiene un comportamiento más inestable.

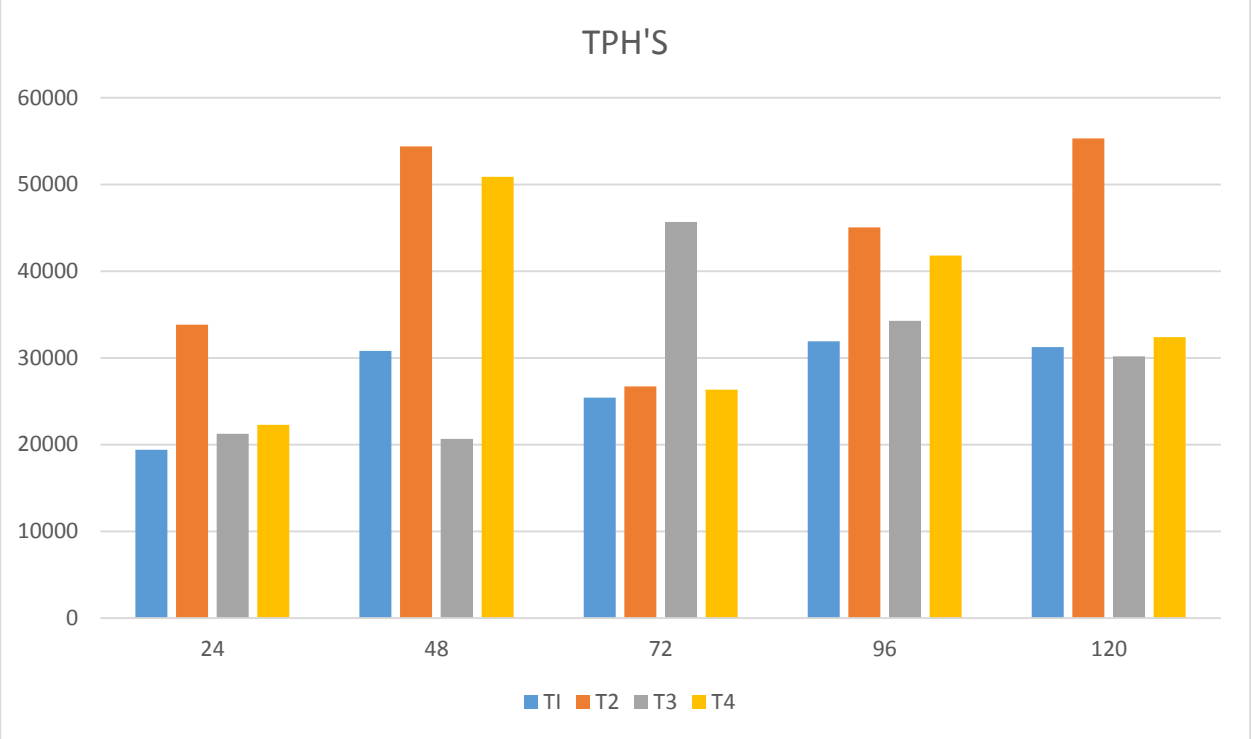


Figura 1. Tratamientos utilizados en la extracción de diesel con acetona, con 5 tiempos.

CONCLUSIONES

En el proyecto de investigación "Lavado de suelos contaminados con diesel utilizando surfactantes", el surfactante que tuvo más efectividad fue el anionico lineal, el cual se demuestra que el método por extracción con acetona, tiene una mayor eficiencia de extracción del diesel residual en los suelos, por lo tanto, éste método es el único que se recomienda para monitorizar en laboratorio para trabajos de lavado de suelos contaminados con diesel.

De acuerdo a los resultados no es necesario someter los suelos contaminados con diesel a tiempos mayores de 24 horas de lavado.

BIBLIOGRAFÍA

CICOPLAFEST. 2000. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

Conde, Gabriel. 2011. Contaminación del suelo y de las aguas subterráneas. Apuntes de gestión ambiental. 24 p.

Norma Oficial Mexicana (NOM)-138-Semarnat-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. México, D. F. 21 p.

Piña, O. 2012. Lavado in situ de un suelo contaminado con diesel, asistido por surfactantes. Tesis de Maestría para obtener el grado de MC. en ingeniería civil. Instituto Politécnico Nacional. México. 112 p.

Sellers, K. 1999. Fundamentals of hazardous waste site remediation. Lewis
Publishers. 326 pp.

Http: //www.ine.gob.mx. Septiembre de 2015.

Http://www.gwrtac.org. Septiembre de 2015.

Http://www.epa.gov/tio/remed.htm. Septiembre de 2015.

DINÁMICA DEL PASTIZAL NATURAL EN LA SIERRA DE GAMÓN, DURANGO, MÉXICO

Sonia Paulina Barraza Morán[1,2], Luis Manuel Valenzuela Núñez[1], Uriel Calderón Villegas[1], Carmen Benítez Salazar[1], Simón Adahir Jaritas Alvarado[1,3]

[1]Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Facultad de Ciencias Biológicas UJED
Av. Universidad S/N Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35010.
Correo: pauu_cancer@hotmail.com
[2]Reserva de la Biosfera de Mapimí. Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas. Av. Juárez y Galeana, S/N Col. Centro. Palacio Federal Segundo Piso Local 210-A. Torreón, Coah. C. P. 27000.
[3]Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango. Vivero las Auras Blvd. Miguel Alemán 900 Pte. Cd. Lerdo, Dgo. C. P. 35000.

INTRODUCCIÓN

Las gramíneas es la familia de plantas con mayor importancia ecológica por su diversidad, por su característica capacidad de formar suelos y porque la mayoría de sus especies son elementos naturales de vegetaciones primarias, aunque también un porcentaje no muy alto de ellas (5 a 8% estimado) han desarrollado la capacidad de dispersarse por el mundo y establecerse como adventicias en hábitats diversos.

Se estima que existen alrededor de 700 géneros y 10 000 especies de gramíneas en el mundo (Clayton & Renvoize, 1986), de ellos, 204 géneros y 1182 especies se encuentran en México (Dávila y col., 2006). El 47.5% de los géneros y 28.6% de las especies distribuidas en México se encuentran en el estado de Durango, 97 géneros y 338 especies según el más reciente recuento (Herrera, 2001), esto ya que por la posición geográfica del estado en la región centro-norte del país le confiere una riqueza florística relativamente alta en comparación con otras entidades del país, la presencia de gramíneas variadas en el estado de Durango le ha permitido ser productor de ganado de exportación durante el último siglo.

Los pastizales naturales se encuentran en regiones semiáridas y de clima templado frio, cubren amplias zonas en Chihuahua, Coahuila, Sonora, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Jalisco. La mayoría de los pastizales se utilizan como alimento para el ganado bovino y equino, como fibra y combustible, contribuye en la regulación del clima y a la purificación y recarga de acuíferos. Los pastizales son considerados uno de los ambientes más amenazados pues el mal manejo ganadero impide el buen desarrollo y la reproducción de las especies vegetales más palatables para el ganado lo que provoca que especies exóticas vayan colonizando el ambiente provocando así un cambio en la cubierta vegetal del pastizal.

Las practicas inadecuadas de manejo de recursos naturales relacionados con las actividades humanas en los diferentes ecosistemas, han ocasionado graves problemas de deterioro del

ambiente. Dicho deterioro se manifiesta no solo en degradación de suelos, erosión, perdida de vegetación y reducción de hábitat de fauna silvestre, sino también en la magnitud del impacto que pone en serio peligro el mantenimiento de ecosistemas complejos, es decir, aquellos que son formados por un extenso número, no de especies sino de familias taxonómicas (Koning *et al.,* 1998 citado por Trucios *et al.,* 2009). La pérdida y degradación de la vegetación natural, así como la velocidad a la que están ocurriendo dichos cambios, desencadenan procesos negativos a distintas escalas espaciales y temporales, muchas veces difíciles de revertir (Cuevas *et al.,* 2010).

Todos aquellos procesos desencadenados por las actividades humanas, generan una serie de fenómenos que ejercen una presión constante hacia los suelos, reduciendo así su capacidad para sostener ecosistemas naturales o modificados, para mantener o mejorar la calidad del aire y el agua, y para preservar la salud humana (SEMARNAT 2003 citado por INECC 2004).

En este estudio se determinó el cambio en la cobertura de pastizal natural en la Sierra de Gamón en Durango durante el periodo de 1977 al 2013, ya que es necesario conocer y evaluar la situación pasada y actual del uso de suelo y vegetacion particularmente del pastizal natural, así como la dinámica de dicho cambio , lo anterior con la finalidad de detectar áreas altamente afectadas y evaluar la magnitud de dicho cambio en el área de estudio, lugar que ha sido poco estudiado biológica y ecológicamente.

METODOLOGÍA

Ubicación del área de estudio

La Sierra de Gamón se encuentra en el Estado de Durango, su superficie es de 1,782.3 km² y comprende parte de los municipios de Peño Blanco, Guadalupe Victoria, Panuco de Coronado y Rodeo. Su elevación va desde los 2226 – 2757 msnm (metros sobre el nivel del mar), y se localiza entre las coordenadas 24^0 25' 41" - 24^0 47' 25" latitud Norte y 104^0 21' 40" - 104^0 8' 34" longitud Oeste (Figura 1).

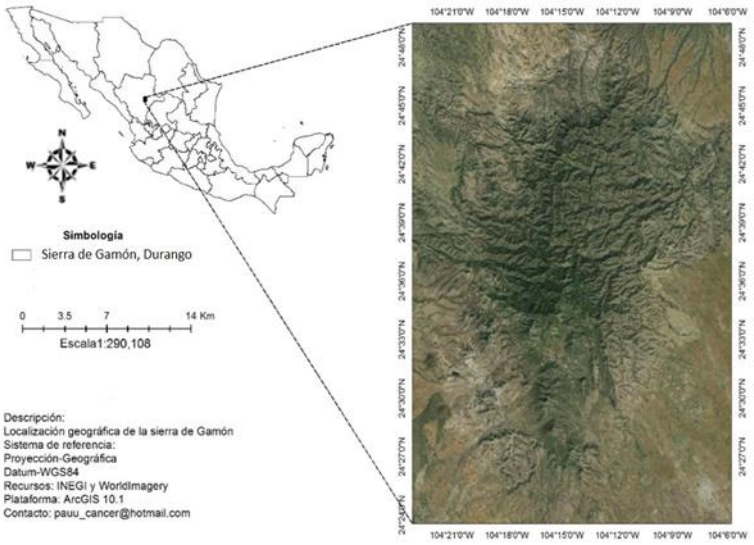


Figura 1. Ubicación geográfica de la Sierra de Gamón, Durango, México.

Información cartográfica

El método que se utilizó para el análisis de cambio de la vegetación en la cubierta de pastizal natural, fue el del análisis espacial, el cual se basó en la identificación de los cambios en las componentes espacial y temática, y en la representación de los procesos espacio-temporales, llevados a cabo a partir de la elaboración de un producto cartográfico que expresara los cambios de la vegetación en el tiempo (1976-2013); es decir, "se trató de expresar las diferencias entre dos momentos temporales para las distintas unidades de observación" (Gutiérrez y Gould, 2000).

Para evidenciar el cambio en la superficie cubierta por los pastos en la Sierra de Gamón, se emplearon las capas de uso de suelo y vegetación de la carta G13-11, de la serie I (1977) y la serie V (2013) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, ambas series a una escala de 1:250,000 (INEGI 1977, 2013).

Si bien ambas series presentan en común una metodología de elaboración, se detectaron diferencias entre algunas categorías de uso de suelo y vegetación lo que dificultaba la comparación de ambos mapas cartográficos. Debido a esta discrepancia fue necesario reclasificar los tipos de vegetación en base a la clasificación del INEGI. La homologación de las cartas se llevó a cabo utilizando el software Global Mapper 15.0 y su herramienta "Search by Attributes, Name and Description. Esta reclasificación de los usos de suelo y vegetación permitió el correcto cruce de los mapas y que las estadísticas fueran equivalentes y comparables para el estudio.

Análisis de Cambio de Uso de Suelo y Vegetación

A partir de la base de datos obtenida de las series I (1976) y serie V (2013) se determinó el cambio en la cobertura vegetal del pastizal natural en la Sierra de Gamón, para el proceso de transformación se obtuvo la superficie (hectáreas) de la cubierta natural, así como el cambio neto, siendo positivo cuando hay un proceso de recuperación y negativo cuando el terreno experimenta un proceso de transformación o degradación.

Para este análisis de cambio d uso de suelo y vegetación se utilizó el Modelador de Cambios en el Terreno para la Sostenibilidad Ecológica (LCM) software integrado a IDRISI Selva. Dicho modelador aborda la simulación prospectiva teniendo en cuenta no las categorías sino el potencial de transición entre ellas (Camacho *et al.,* 2010). Para el correcto funcionamiento de LCM fue necesario cubrir los siguientes requisitos en ambas series:

1. Los textos en ambos mapas eran iguales.
2. Los mapas contenían las mismas categorías y éstas eran secuenciales.
3. Los fondos en ambos mapas eran iguales y tenían un valor de cero.
4. Las dimensiones espaciales, incluyendo la resolución y las coordenadas, eran las mismas.

Este modelador evalúa el cambio entre el momento 1 y el momento 2 de dos mapas de cobertura de suelo e identifica las transiciones de un estado de la superficie a otro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La porción correspondiente a la Sierra de Gamón, contenida dentro del estado de Durango presenta un amplio mosaico de coberturas vegetales y en menor grado de coberturas antropogénicas cuya extensión territorial es dominada principalmente por pastizales naturales y la actividad de la agricultura, esta última conlleva a poner en evidencia la gran presión que se ha venido ejerciendo sobre los recursos naturales a lo largo del tiempo, no solo en el área de estudio sino en lo extenso del territorio mexicano.

El pastizal natural presentó la mayor superficie a comparación de otras cubiertas presentes en el área para el periodo estudiado (1977-2013) con una extensión de 55,021 has. Localizándose principalmente en las partes bajas de la sierra de Gamón en todo su alrededor (Figura 2). Presentó un cambio neto negativo de -3180 hectáreas, es decir, fue mayor la superficie perdida en comparación a la ganada. Del total de la superficie perdida 2,793 has. se convirtieron a pastizal inducido, 1, 097 has. a agricultura, 313 has. a bosque de encino, 198 has. a matorral desértico micrófilo, 97 has. a vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, 16 has a

zona urbana y finalmente 10 has. a cuerpo de agua. Caso contrario, la superficie ganada se obtuvo a partir de una conversión de matorral crasicaule, bosque bajo abierto y vegetación tular con 1291, 43 y 10 has. respectivamente.

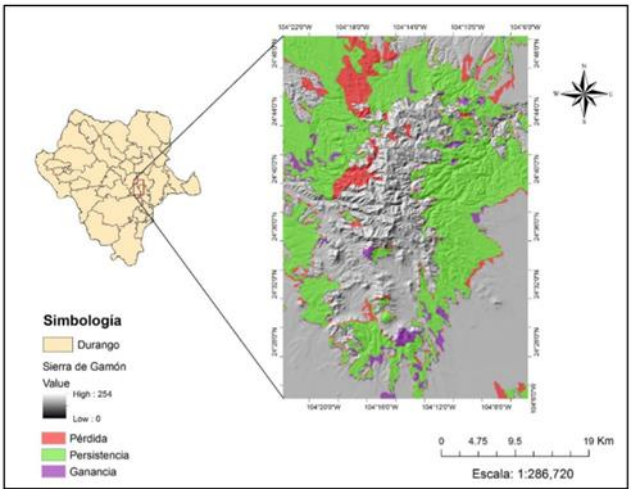


Figura 2. Superficie ganada, perdida y que se mantuvo de pastizal natural en la Sierra de Gamón para el periodo 1977-2013.

El pastizal natural de la sierra de Gamón se localiza principalmente en las faldas de la sierra lo que facilita su fácil acceso, una de las mayores pérdidas de pastizal natural se centró en la parte baja de la sierra en orientación noroeste, área de fácil acceso para el ganado. Esta actividad antropogénica es de un enorme impacto sobre la vegetación de pastizal natural ya que propicia la invasión de algunas plantas leñosas y de elementos herbáceos que los animales no comen, y a menudo, cambia también la composición de la cubierta de gramíneas (pastos), pues las especies más apetecidas van siendo sustituidas por otras de menor valor, además de este impacto puede provocar la erosión del suelo pues muchas de las veces la vegetación se reduce de forma dramática dejando totalmente desnudo el suelo dando pie a su degradación.

Además de la aparición de áreas de pastizal inducido, la apertura de nuevas tierras agrícolas es otra de las razones por las que disminuyó la superficie de pastizal natural, estas son 2 de las 3 causas que Ramos *et al.,* (2004), consideran significativas para el cambio de uso de suelo en una superficie terrestre, además del desmonte y la construcción de aeropuertos y carreteras. De igual forma Vitousek *et al*., (1997), mencionaron que las actividades humanas se han convertido en el principal desencadenador de la transformación de los ecosistemas, dicha transformación se vió reflejada en la reducción de superficie de los pastos naturales en la sierra de Gamón. Si bien esta transformacion de vegetación no llegó a su total remoción conservándose solo algunas especies o comunidades vegetales, el impacto podría ser no muy alto en comparación

si existirá una pérdida total, aun así produce cambios biológico y ecológicos afectando desde la estructura del ecosistema hasta los bienes y servicios ambientales que la vegetación ofrece.

Muchas áreas previamente ocupadas por pastizales están ocupadas ahora como tierras para cultivo ya que su topografía es más adecuada para fines agrícolas que la de otros tipos de vegetación, debido a las características del clima, principalmente la distribución de la precipitación durante el año esto mencionado por González *et al.,* (2007). Esto podría explicar en parte el alto grado de transición de pastizal natural a agricultura en la Sierra de Gamón para el período de 1977-2013.

Esta misma tendencia de disminución en la cubierta de pastizal natural se observó en un estudio elaborado por Trucios *et al*., (2009) en el rio Sextin en Durango, en el que se reportó para el período de 1976 a 1993 un impacto negativo sobre la cobertura de pastizal natural disminuyendo 2,325 hectáreas, resultado semejante al registrado en la Sierra de Gamón donde el pastizal natural presentó una pérdida de 3, 153 hectáreas. González *et al.* (2007) mencionan que esta excesiva perdida de pastizal, podría causar un desequilibrio en la competencia entre las especies vegetales ahí presentes, pues la excesiva remoción del follaje de las plantas palatables reducen su capacidad fotosintética y disminuye sus reservas por lo que van siendo eliminadas, mientras que las plantas no palatables se incrementan, lo que poco a poco reducen la capacidad de carga de los pastizales.

CONCLUSIONES

La Sierra de Gamón, presenta un amplio mosaico de coberturas vegetales y en menor grado de coberturas antropogénicas cuya extensión territorial es dominada principalmente por pastizales naturales y la actividad de la agricultura.

El pastizal natural es la cubierta con la superficie más extensa en 1977, la cual se transformó a 7 tipos de uso de suelo y vegetación durante este lapso de tiempo (33 años), siendo la agricultura y el pastizal inducido la conversión con mayor superficie, 1,097 y 2,793 hectáreas transformadas respectivamente, esto deja ver el impacto que ejercen las actividades antropogénicas sobre la vegetación.

El uso de la vegetación en México en tiempos actuales está muy mesurado esto por la sobreexplotación ejercida sobre los recursos naturales, los cuales están sometidos a una alta presión por el uso inapropiado e irracional que el hombre aplica sobre ellos.

Es importante hacer énfasis en la importancia actual y potencial que para el país tiene la vegetación como un patrimonio, un recurso natural que ha de servir en beneficio de la población tanto en el presente como en el futuro.

BIBILIOGRAFÍA

Camacho Olmedo, Ma. T., Molero Melgarejo, Paegelow M. 2010, Modelos geomáticos aplicados a la simulación de cambios de usos del suelo. Evaluación del potencial de cambio. Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 658-678. ISBN: 978-84-472-1294-1

Clayton, W.D. y S.A. Renvoize. 1986. "Genera Graminum Grasses of the World". Kew Bull. Additional series XIII. Royal Botanic Gardens: Kew. 534 pp.

Cuevas, M. L., Garrido A., Pérez Damián J. L., Gonzalez Lura D. 2010. Procesos de cambio de uso de suelo y degradación de la vegetación natural. PDF. Disponible en: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/639/procesos.pdf. Consultado el: 06 de febrero de 2015.

González, E.M. S.; González E. M.; Márquez L. M. A. 2007. Vegetación y Ecorregiones de Durango. Ed. Plaza y Valdez editores D. F., México. 219 p.

Gutiérrez, J. y Gould, M. 2000. SIG: Sistemas de Información Geográfica. Editorial Síntesis Madrid.

Herrera Arrieta Y., Cortez Ortiz A.; 2009; Diversidad de gramíneas en Durango, México; Rev. Polibotanica, Num. 28, pp. 49-68, ISSN 1405-2768, Mexico.

Herrera, Y., 2001. Las Gramíneas de Durango. Instituto Politécnico Nacional y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 478 pp.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2004. El suelo. Disponible en: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/448/9.pdf. Consultado: 04 de febrero de 2014

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1977. Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Estado de Durango. Escala 1:250 000. México, D. F

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2013. Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Estado de Durango. Escala 1:250 000. México, D. F

Ramos, R.R., Palma L.D.J., Ortiz S. C.A., Ortiz G.C.F., Díaz P.G. 2004. Cambio de uso de suelo mediante técnicas de sistemas de información geográfica en una región cacaotera. TERRA, 22. 3. 267-278.

Rzedowski, J., 1978. Vegetación de México. Limusa. 432 pp.

Trucio Caciano, R., González Barrios J.L., Mojica Guerrero A.S., Valenzuela Núñez L.M., 2009, Cambio en el uso de suelo en la cuenca del rio Sextín. Revista Tecnociencia, Vol. III, Pag. 121-130.

Vitousek, M. P.; Mooney H. A.; Lubchenco J.; Melillo J. M., 1997, Human Domination of Earth's Ecosystems, Science, New Series, Vol. 277, No. 5325. Pp. 494-499

HUELLA HÍDRICA DEL CULTIVO DE CEBOLLA PRODUCIDA EN EL DISTRITO DE RIEGO 005, DELICIAS, CHIHUAHUA

José Luis Ríos Flores[1]*, Sigifredo Armendáriz Erivez[1], Miriam Torres Moreno[2], Marco Antonio Torres Moreno[3], Cayetano Navarrete Molina[1]

[1]Universidad Autónoma Chapingo – Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Carretera Gómez Palacio – Ciudad Juárez Km 38.5., Bermejillo, Durango. México. CP 35230 e-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable). [2]SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo, Durango. [3]Innovación Ambiental para la Conservación y Desarrollo Sustentable A.C. Diego Rivera No.1 Int. 203 Unidad ISSSTE Texcoco Edo de México.

INTRODUCCIÓN

La agricultura de riego del país, se ha establecido en su mayor parte en las zonas áridas y semiáridas, por esta razón se ha construido un conjunto de obras hidráulicas para almacenar, y distribuir el agua que requieren los cultivos agrícolas para su producción. Actualmente el reto al que se enfrenta la agricultura consiste en alcanzar mayores índices de eficiencia de los volúmenes derivados, para combatir estratégicamente el peligro creciente, de tener menos disponibilidad en cantidad y calidad de agua para los diferentes sectores (CONAGUA, 2007). La agricultura en la actualidad se enfrenta a varios retos de sustentabilidad económica y ecológica. En este contexto, las zonas de riego del Noroeste de México, sobre todo las de bombeo, deben hacer un uso más eficiente de los recursos, principalmente hídricos, así como incrementar la productividad de los cultivos (INIFAP, 2004).

El análisis de la huella hídrica, es una herramienta orientada a brindar información básica que, siendo analizada en el contexto regional y junto con otros indicadores de relevancia, puede ser de utilidad para los tomadores de decisiones (UN - Water, 2012). Los otros factores a considerar son climáticos, hidrológicos y geográficos, así como los modelos productivos utilizados en las distintas regiones, la evolución demográfica local y los escenarios futuros (Mekonnen y Hoekstra, 2010). De acuerdo con (Mekonnen y Hoekstra, 2011), el cultivo de cebolla en promedio emplea 272 m^3 de agua de riego para producir una tonelada de producto.

En este sentido Al-Jamal et al., (2000), mencionan que en el cultivo de cebolla generalmente se aplica una cantidad excesiva de agua, debido a que el cultivo tiene raíces superficiales por lo que requiere de irrigación frecuente para alcanzar Buenos rendimientos. Particularmente en el Estado de Chihuahua se menciona que el cultivo de cebolla necesita riegos frecuentes y ligeros. Como la mayoría de las hortalizas, es sensible al déficit hídrico durante todo su ciclo vegetativo, aunque la fase más crítica es la del crecimiento del bulbo. El consumo total de agua en cebolla es de entre 3,500 y 4,500 metros cúbicos por hectárea (SAGARPA, 2015). Sin embargo otros

autores han determinado que el cultivo de cebolla puede emplear como promedio 6,972 metros cúbicos por hectárea (Salvador *et al.,* 2011). Ello obligadamente conduce a la necesidad de elevar la productividad y eficiencia agrícolas, maximizando la productividad de cada gota de agua, así como una mejor captación y aprovechamiento de agua de lluvia que pueda contribuir en la reducción de la huella hídrica y de la presión que esta ejerce sobre los recursos hídricos (Hoekstra, 2009; Hoekstra y Chapagain, 2007). El objetivo de este trabajo fue determinar la huella hídrica del cultivo de cebolla producida en el Distrito de Riego 005, Delicias Chihuahua, México, en sus ciclos Otoño-Invierno y Primavera-Verano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información

Se utilizaron como datos base las cifras de superficie cosechada, producción física anual y Valor Bruto de la Producción (VBP), reportados para el municipio de Delicias, Chihuahua, por el SIAP, (2014) para el ciclo agrícola 2014. Las láminas de riego (LR) recomendadas por el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Aguas-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA) institución encargada de generar tecnología agrícola acerca de las necesidades hídricas de los cultivos, dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), con sede en Gómez Palacio, Durango, México, mediante su programa de software D´RIEGO versión 1.0

Indicadores de eficiencia y productividad

Para este trabajo se desarrollaron once modelos matemáticos para estimar los indicadores de productividad del agua en términos: físicos (Y_1-Y_2), económicos (Y_3- Y_5) y sociales (Y_6).

$$Y_1 = \frac{V}{RF} = \frac{10.000\left(\frac{LR}{EC}\right)}{RF} = 10^4 (LR)(EC)(RF)^{-1}$$ Ecuación 1.

$$Y_2 = \frac{RF}{10.000\left(\frac{LR}{EC}\right)} = (10^{-}4)RF(LR/EC)^{-}1$$ Ecuación 2.

$$Y_3 = \frac{U}{V} = \frac{RM - C}{10.000 \ \frac{LR}{EC}} = \frac{RF\ (p) - C}{10.000 \ \frac{LR}{EC}}$$ Ecuación 3.

$$Y_4 = \frac{10{,}000\left(\frac{LR}{EC}\right)}{U} = 10{,}000\left(\frac{LR}{EC}\right)(RF(p) - C)^{-1}$$ Ecuación 4.

$$Y_5 = \frac{Y_4}{C\,m^{-3}}$$ Ecuación 5.

$$Y_6 = \frac{J/288}{(10{,}000)\left(\frac{LR}{EC}\right)/1000{,}000} = \frac{25}{72}\frac{(J)EC}{LR}$$ Ecuación 6.

Dónde: RF: Rendimiento físico por hectárea (ton ha^{-1}), EC: Eficiencia de conducción del agua de riego, V: Volumen de agua requerido por el cultivo, RM: Ingreso monetario por hectárea, U: Utilidad monetaria o ganancia por hectárea, C: Costo por hectárea, C m^{-3}: Costo del metro cúbico de agua, J: Jornales empleados por cultivo, 288: horas trabajadas durante 6 jornadas por semana durante 48 semanas del año, PE: Punto de equilibrio

RESULTADOS Y DISCUSION

Huella hídrica física, económica y social del cultivo de cebolla en Delicias, Chihuahua.

El cuadro 1 indica que a nivel Distrito de Riego 005, producir un kg de producto físico implicó el uso de 394 litros de agua de riego, aunque, cuando ese mismo modelo agregado se restringe a solamente al cultivo de cebolla, se observa que en promedio este cultivo requirió de 177 L kg^{-1}, sin embargo si se desglosa por ciclo agrícola se observa que en el ciclo agrícola Primavera-Verano se requieren 210 L kg^{-1}, mientras en el ciclo agrícola Otoño-Invierno se emplean 115 L kg^{-1}. Lo que indica que el cultivo de cebolla producido en el ciclo agrícola Otoño-Invierno emplea el 54.76% del agua que emplea el mismo cultivo en el ciclo Primavera-Verano. Visto desde otro ángulo, a nivel distrital se producen 2.54 kilogramos de producto físico por metro cúbico de agua empleada en el riego. Particularmente en el caso de cebolla se observa que en promedio se produjeron 5.6 kg m^{-3}, (4.77 kg m^{-3} en el ciclo Primavera-Verano y 8.68 kg m^{-3} en el ciclo Otoño-Invierno).

En este sentido (Gonzalez – Robaina *et al.,* 2014), determinaron en el cultivo de cebolla indicadores que oscilaron entre 3.76-16.6 kg m^{-3} dependiendo del tipo de riego, lo que estaría indicando que la producción de cebolla producida en OI es 50% menos eficiente que la cebolla de Cuba, ya que está ultima generó más producto físico por unidad de riego. Por otro lado (Sarkar *et al.,* 2008), encontraron un índice igual a 7.21 kg m^{-3} - 13.87 kg m^{-3} en cebolla bajo

riego por micro aspersión. La determinación de este tipo de indicadores resulta imprescindible, ya que de acuerdo con (Bhagyawant *et al.,* 2015), el agua es el principal factor limitante de la producción de muchos cultivos, dentro de los que se incluye la cebolla en las regiones áridas y semiáridas.

Se determinó que a nivel de todo el DR-005, un hm^3 de agua usado en el riego generó US$ 92,265 de ganancia, pero, de usarse ese volumen de agua en la producción de cebolla, la ganancia ascendería a US$650,614 de ganancia neta (US$639,080 en el ciclo Primavera-Verano y US$689,318 en el ciclo Otoño-Invierno), es decir, en el riego del cultivo de cebolla 1 hectómetro cúbico de agua ($1hm^3$) produjo diferentes ganancias en el mismo cultivo, lo que indica que esa misma cantidad de agua produjo 1.076 veces (US$689,318/ US$639,080) más ganancia en cebolla producida en el ciclo Otoño-Invierno en relación a la ganancia producida por el cultivo de cebolla del ciclo Otoño-Invierno. En este sentido, Garcia *et al.,* (2013) determinaron un índice que oscilo entre 24 - 62 empleos hm^{-3} en la producción de hortalizas y frutales, mientras que la producción de cultivos en invernadero generan hasta 190 empleos hm^{-3}, mientras que Ríos *et al.,* (2015) determinaron un promedio para cultivos forrajeros en la Comarca Lagunera de 0.048 empleos hm^{-3} oscilando de 0.037 empleos hm^{-3} en alfalfa y 0.076 empleos hm^{-3}.

Visto desde otra perspectiva, se observa que a nivel Distrito de Riego, se requieren 10.84 m^3 de agua para producir US$1 dólar de ganancia neta, mientras que en el cultivo de cebolla se requiere una inversión de 1.54 m^3 de agua para producir US$1 dólar de ganancia neta (1.56 m^3 en el ciclo Primavera-Verano y 1.45 m^3 en el ciclo Otoño-Invierno). Lo que indica que el cultivo de cebolla es eficiente en términos económicos en el empleo del agua de riego. Al desagregarle se observa que el cultivo de cebolla generó 52.05 empleos hm^3 (45.14 empleos hm^3 en el ciclo Primavera-Verano y 75.23 empleos hm^3 en el ciclo Otoño-Invierno), lo que sugiere, que socialmente, el uso del agua en el cultivo de cebolla, es superior a la media regional expresada esa media por todo el DR-005 (52.05 vs 9.03 empleos hm^{-3}), al generar 5.76 veces más empleo en relación al promedio regional, lo que indica la importancia social que tiene el cultivo para el Distrito de Riego.

Cuadro. 1 Indicadores de productividad física, económica y social en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en el DR005 Delicias, Chihuahua, México

Indicadores de Huella hídrica		Cebolla PV	Cebolla OI	Cebolla PV+OI	Todos los cultivos del DR005	Cebolla (PV+OI)/ DR005	DR005/Cebolla (PV+OI)
Física	kg m^{-3}	4.77	8.68	5.66	2.54	2.23	0.45
	L kg^{-1}	210	115	177	394	0.45	2.23
Económica	US$ de ganancia neta hm^{-3}	$639,080	$689,318	$50,614	$ 92,265	7.1	0.14
	m^3 de agua por US$1 de ganancia neta	1.56	1.45	1.54	10.84	0.14	7.05
Social	Empleos hm^{-3}	45.14	75.23	52.05	9.03	5.76	0.17
	m^3 de agua irrigada por cada empleo generado	22,154	13,292	19,213	110,688	0.17	5.76

La variable Y_6 del Cuadro 1, es el resultado de operar el cociente en el que el numerador es la cantidad de agua empleado en el riego (m^3) y el denominador es la cantidad de empleo generado. De esa forma se observa que a nivel regional se requirieron un total de 110,688 m^3 para generar 1 empleo agrícola. Desglosando esas cifras en el cultivo de cebolla se requirieron invertir un total de 19, 213 m^3 $empleo^{-1}$ (22,154 m^3 $empleo^{-1}$ en el ciclo agrícola Primavera-Verano y 13, 292 m^3 $empleo^{-1}$ en el ciclo agrícola Otoño-Invierno). Lo que indica que el cultivo de cebolla empleo el 17% de la cantidad de agua que empleo el promedio distrital para generar la misma cantidad de empleo.

CONCLUSIONES

Se concluye que la eficiencia y productividad del cultivo de cebolla producida en el Distrito de Riego 005 en el ciclo agrícola Otoño-Invierno en términos tanto productivos como socioeconómicos fueron altos en relación al cultivo de cebolla producido en el ciclo agrícola Primavera-Verano. Sin embargo, la productividad económica en ambas regiones resulto deficiente al compararla con otras regiones productoras de cebolla. Por lo que en la producción de cebolla deberían promoverse estrategias que pudieran elevar la productividad del agua en la región

BIBLIOGRAFÍA

Al-Jamal, M. S., Sammis, T. W., Ball, S., & Smeal, D. (2000). Computing the crop water production function for onion. *Agricultural Water Management*, 46(1), 29-41.

Bhagyawant R. G, Gorantiwar S. D, & Dahiwalkar S. D (2015). Yield Response Factor for Onion (Allium Cepa L) Crop Under Deficit Irrigation in Semiarid Tropics of Maharashtra. *Curr Agri Res*, 3(2), 128-136.

CNA. (2007). Comisión Nacional del Agua. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero 2605 Caborca, Estado de Sonora. CONAGUA, 31p.

García, J. G., López, F. C., Usai, D., & Visani, C. (2013). Economic Assesment and Socio-Economic Evaluation of Water Use Efficiency in Artichoke Cultivation. *Open Journal of Accounting*, *2*(2), 45-52.

González Robaina, F., Herrera Puebla, J., López Seijas, T., & Cid Lazo, G. (2014). Productividad del agua en algunos cultivos agrícolas en Cuba. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 23(4), 21-27.

Hoekstra, A. Y. (2009). Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological Economics,* 68(7), 1963-1974.

Hoekstra, A. Y.; Chapagain, A. K. (2007). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management,* 21(1), 35-48.

INIFAP. (2004). El Cultivo de garbanzo blanco en Sonora. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo experimental Costa de Hermosillo. Libro Técnico No 6. 290p.

Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, *15*(5), 1577-1600.

Mekonnen, M. M.; and Hoekstra, A. Y. 2010. A global and high-resolution assessment of the green, blue and grey water footprint of wheat. *Hydrology and Earth System Sciences,* 14, 1259-1276.

SAGARPA. (2015). Agenda Técnica Agrícola de Chihuahua. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F. 110p.

Salvador, R., Martínez-Cob, A., Cavero, J., & Playán, E. (2011). Seasonal on-farm irrigation performance in the Ebro basin (Spain): Crops and irrigation systems. *Agricultural Water Management*, *98*(4), 577-587.

Sarkar, S., Goswami, S. B., Mallick, S., & Nanda, M. K. (2008). Different indices to characterize water use pattern of micro-sprinkler irrigated onion (*Allium cepa* L.). *Agricultural water management*, 95(5), 625-632.

UN-Water (2012). The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under uncertainty and risk. World Water Assessment Programed (WWAP). Unesco, Paris, France. 861 p.

SUPERVIVENCIA EN PLANTAS DE MEZQUITE COMO RESPUESTA A LA CALIDAD MORFOLÓGICA Y CONDICIÓN DEL MICROSITIO

Cecilia Nataly Gutiérrez Contreras[1*], Homero Sarmiento López[2], José Ángel Prieto Ruíz[3], José Ángel Sigala Rodríguez[2], Eusebio Montiel Antuna[3]

[1]Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Carretera Durango-Mezquital km 11.5, C.P. 34307, Durango, México, [2]Campo Experimental Valle del Guadiana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Durango-Mezquital km 4.5, C.P. 34170, Durango, México. Tel (55) 3871 8700 ext. 82715. [3]Facultad de Ciencias Forestales, UJED. Río Papaloapan y Blvd. Durango s/n, Col. Valle del Sur, C.P. 34120, Durango, México.
[*] mylost02@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En México, las plantaciones de mezquite comenzaron a tomar auge debido a sus múltiples usos. En la actualidad se han realizado diversos estudios sobre la propagación inducida y su manejo (Cervantes, 2005). La falta de información acerca de las técnicas de preparación de terreno, precipitación pluvial insuficiente, inadecuada calidad de planta, así como el daño por herbivoría, son los problemáticas más comunes que se presentan en las plantaciones de mezquite (Ríos *et al*., 2011). Uno de los factores que se puede controlar es la calidad de planta, la cual dependerá del fin que tenga la producción. La calidad de planta es descrita durante la fase de vivero, pero el que sea adecuada o no, solo podrá probarse en campo (Landis *et al*., 1994).

De igual forma el micrositio dónde se desarrolla esta especie representa un factor importante para el desarrollo de la planta, ya que se encuentra en zonas con escasez de agua, así como de nutrientes en el suelo por la falta de acumulación de materia orgánica o bien por la falta de descomposición y mineralización de ésta, ya que estos procesos son llevados a cabo por microorganismos del suelo, que en ambientes áridos las condiciones de humedad y temperatura son insuficientes para su estableciemiento (Celaya y Villegas, 2011). Sin embargo, en las regiones semiáridas es común encontrar islas de fertilidad, que son asociaciones de biodiversidad que permiten la retención de nutrientes y agua en el suelo (Torres *et al*., 2013). Esto se debe a que existen interacciones de facilitación entre las plantas, dónde el reclutamiento de las mismas no ocurre en los espacios abiertos, sino bajo la sombra de nodrizas como árboles y/o arbustos (Del Pozo *et al*., 1989). El efecto nodriza y el hecho de que los arbustos adultos son menos sensibles a la sequía y herbivoría, explica porque la vegetación leñosa madura puede mantenerse y rejuvenecer, lo que permite el establecimiento de plántulas, el cual, en ausencia de la vegetación nodriza sería más difícil (Gutiérrez y Squeo, 2004). A la

fecha se carece de información acerca de cómo la calidad de la planta y el micrositio influyen sobre la supervivencia durante el primer año de plantación del mezquite.

El objetivo de este experimento fue medir la supervivencia de la plántula de *Prosopis glandulosa* durante la fase de establecimiento en una plantación en respuesta a la calidad morfológica de la planta basada en la altura y la condición del micrositio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Ejido Roma-Texas, perteneciente al municipio de Mapimí, Dgo., a 1172 m de altitud, ubicado en las coordenadas 25° 52' 24.4" N y 103° 43' 31.5" O. El predio está localizado en la región semiárida de Durango en los llanos del Bolsón de Mapimí con 1170 m de altitud. Los afloramientos de roca son sedimentarios en su mayoría calizas. La vegetación está compuesta por matorral xerófilo (González *et al*., 2007). Durante el periodo de evaluación se registró una temperatura promedio de 22.9°C, con un promedio máximo por mes de 37.5°C y mínimo de 5.81, la precipitación pluvial acumulada fue de 562.85 mm.

La planta de mezquite utilizada en el experimento corresponde a la especie *Prosopis glandulosa* y para su producción en vivero se utilizó como contenedor charola de poliestireno de 77 cavidades, de 170 mL cada uno, como sustrato se empleó una mezcla de 60% de peat moss y 40% de corteza de pino compostada, con una fertilización granulada de 6 kg por metro cúbico de sustrato. Su ciclo de crecimiento fue de cuatro meses.

La selección de la planta consideró las siguientes características: un lote con altura media ≤ 35 cm y el otro con altura >35 cm.

La plantación se realizó en dos bordos trazados en sentido sudsudeste (SSE)-nornoroeste (NNO), con una separación de 20 m entre bordos; esto hizo que se generaran dos exposiciones: NE y SW. En el terreno se detectaron dos gradientes de humedad y debido a ello cada bordo se dividió en dos bloques. En la parte baja del primer bordo (exposición NE), y en cada bloque, se plantaron 12 plantas de calidad media y 12 de calidad alta, con una separación entre plantas de 1.5 m. En la parte baja del segundo bordo (exposición SW) y en cada bloque, se plantaron la misma cantidad de plantas que en la exposición anterior para cada calidad de planta (media y alta). El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar (Figura 1).

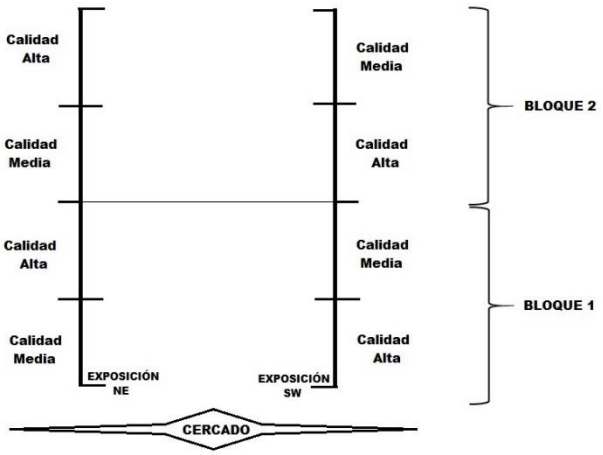


Figura 1. Diseño de la plantación

Para tener los datos iniciales del ensayo de cada planta se midió el diámetro al ras del suelo, así como la altura, medida desde la superficie del suelo hasta el último crecimiento apical. Se realizaron cuatro evaluaciones de supervivencia. La primera se realizó a los 235 días de plantado (ddp), la segunda a los 320 ddp, la tercera a los 383 ddp y la última a los 517 ddp. En la segunda evaluación se tomaron datos de cobertura, distancia y altura de la vegetación vecina dentro de un metro cuadrado tomando como referencia central la planta de mezquite, con el propósito de establecer si esta vegetación tiene efecto en el riesgo de muerte.

Para el análisis de datos se utilizó el programa Statical Analysis System (SAS) 9.3, mediante la instrucción ProcLifeTest se realizó el análisis de supervivencia de Kaplan-Meier de forma general en la plantación y considerando el bloque donde se plantó, exposición, calidad y repetición, se probaron las diferencias entre los tratamientos mediante el ajuste de comparación múltiple hecha con el test de Wilcoxon, utilizando una comparación de medias de Tukey-Kramer, con este mismo test se probó si todas las variables obtenidas en las evaluaciones tenían efectos en la supervivencia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La supervivencia general en la evaluación final fue del 83.33%; el bloque 1 presentó 93.75 %, mientras que el bloque 2 obtuvo un 72.92 %, teniendo diferencias significativas; la planta de mayor altura tuvo una supervivencia de 79.2 %, mientras que en la de altura menor fue del 87.5 %, sin diferencias significativas entre tratamientos. Respecto a la exposiciones de plantación, tampoco existieron diferencias, con un 85.4 % para la exposición noreste y 81.2 % para la suroeste. La matriz de resultados de supervivencia por bloque, exposición y calidad muestra la

similitud o diferencias entre ellos (Cuadro 1 y Figura 2). En un estudio realizado por Ríos *et al.* (2011), se observó que en una plantación establecida en el Municipio de Mapimí, Durango, la mortalidad fue total a poco más de un año de su establecimiento.

Cuadro1. Supervivencia de planta de Prosopis *glandulosa* por bloque y factores evaluados.

Trata-miento	Bloque	Exposición	Calidad	Total de rep.	Número de plantas muertas	Número de plantas vivas	Porcentaje de supervi-vencia
1	1	NE	alta	12	2	10	83.33 **AB**
2	1	NE	mediana	12	0	12	100.00 **A**
3	1	SW	alta	12	0	12	100.00 **A**
4	1	SW	mediana	12	1	11	91.67 **A**
5	2	NE	alta	12	1	11	91.67 **A**
6	2	NE	mediana	12	4	8	66.67 **AB**
7	2	SW	alta	12	7	5	41.67 **B**
8	2	SW	mediana	12	1	11	91.67 **A**
Total				**96**	**16**	**80**	**83.33**

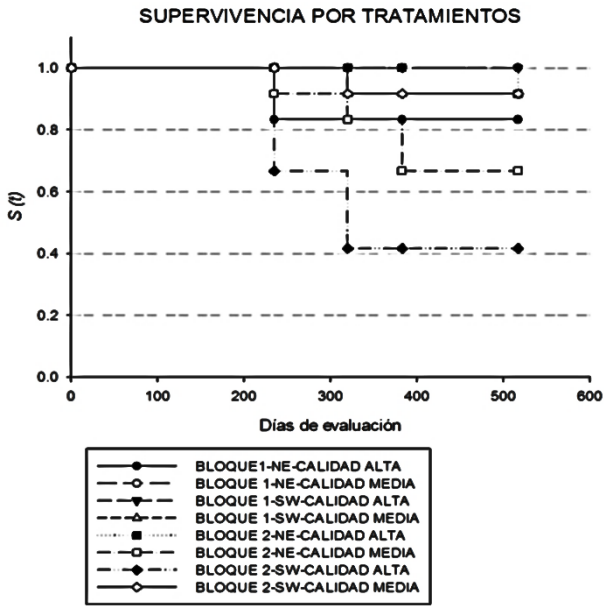


Figura 2. Supervivencia por tratamientos

La mayor supervivencia ocurrió en el bloque uno con sus dos exposiciones Noreste con calidad media y Suroeste con calidad alta, mientras que en el bloque dos, en exposición suroeste con calidad alta tuvieron supervivencia menor al 50 % (Cuadro1).

El bloque 1 presentó mayor supervivencia contario a lo que se consideraba ya que es el que presentaba menor humedad y en el bloque dos se encontraban con mayor frecuencias "islas de fertilidad" sobre los bordos las cuales según Bashan *et al*., (2010) son asociaciones comunes en las zonas semiáridas donde el microclima creado por la diversidad y la acumulación de recursos en el suelo permiten aumentar la productividad de estos ecosistemas. Sin embargo debe tomarse en cuenta que existe menos competencia por el agua ya que en el primero bloque existía menos vegetación adyacente.

La primera parte del bloque dos formado por las calidades alta suroeste (SW) y media noreste (NE) presentan las supervivencias más bajas. De esta manera la calidad alta en la exposición suroeste del segundo bloque es el tratamiento de menor supervivencia con un 41.67%.

Se realizó la prueba de Wilcoxon en el porceso LIFETEST, que muestra que las variables no tienen un efecto significativo en la supervivencia el incremento de Chi-cuadrada es una prueba adicional del efecto de la variable, donde se observa el aumento de este estadístico de acuerdo a la adhesión de cada variable y observar el ajuste del modelo (Williams, 2008) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Modelo de adhesión de variables

Variable	DF	Chi-Cuadrada	Pr >Chi-Cuadrada	Incremento de Chi-Cuadrada	Pr >Incremento
H_I	1	1.8668	0.1718	1.8668	0.1718
DIST	2	2.9175	0.2325	1.0507	0.3054
SUMA_COBERTURA_M2	3	2.9594	0.3979	0.0419	0.8378
H_VEG	4	2.9769	0.5617	0.0174	0.8950
D_I	5	2.9918	0.7012	0.0150	0.9026

H_I= altura inicial; DIST= Distancia a la vegetación adyacente; SUMA_COBERUTA_M2= Suma de la cobertura de todas las plantas en metros cuadrados; H_VEGET= Altura de la vegetación adyacente y D_I= Diámetro inicial.

Se esperaba que las variables de cobertura, altura de la vegetación y distancia de la vegetación presentaran un efecto significativo en la supervivencia ya que permiten la retención de agua y nutrimentos, los doseles de los árboles y arbustos interceptan el agua y la redistribuyen por evaporación a la atmosfera y por escurrimiento al suelo, mientras que sus raíces son importantes para la concentración de nutrimentos (Vetaas, 1992); sin embargo en los resultados del estudio no se muestra como una variable que limite la supervivencia de plántula de mezquite.

CONCLUSIONES

La supervivencia del 80% de la plantación a poco más de un año, es buena considerando que es la etapa inicial. Los tratamientos bloque 1 exposición Noreste calidad media y bloque 1 exposición Suroeste calidad alta, presentaron las mayores supervivencias. Las variables obtenidas del muestreo de cobertura de vegetación vecina no tuvieron efecto en la supervivencia de la plantación.

BIBLIOGRAFÍA

Bashan, Y. De-Bashan, L. (2010). Microbial Populations of Arid Lands and their Potential for Restoration of Deserts.Soil Biology and Agriculture in the Tropics. Soil Biology 21:109-137

Celaya-Michel, Hernán, Castellanos-Villegas, Alejandro E. Mineralización de nitrógeno en el suelo de zonas áridas y semiáridas. Terra Latinoamericana [en linea] 2011, 29 (Julio-Septiembre) : [Fecha de consulta: 29 de febrero de 2016] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57321283013> ISSN

Cervantes R., M.C. 2005. Plantas de importancia económica en zonas áridas y semiáridas de México. Colegio de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. México. 3388-3407 p.

Del Pozo, A.H., Fuentes, E.R., Hajek, E.R. y Molina, J.D. 1989. Zonación microclimática por efecto de los manchones de arbustos en el matorral de Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 62: 85-94.

González E., M.S.; González E., M. y Márquez L., M.A. 2007. Vegetación y ecorregiones de Durango. Plaza y Valdés, S.A de C.V. México.219 p.

Gutiérrez, J.R. y Squeo, F.A. 2004. Importancia de los arbustos en los ecosistemas semiáridos de Chile. Ecosistemas 13 (1): 36-45.

Landis, T.D.; Tinus, R.W.; McDonald, S.E.; Barnett, J.P. 1994. Nursery Planning, Development, and Management, Vol. 1, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 188 p.

Ríos-Saucedo, J.C.; Rivera-González, M.; Valenzuela-Nuñez, L.M.; Trucios-Caciano, R.; Rosales-Serna, R. 2011. Diagnóstico de las reforestaciones de mezquite y métodos para incrementar su sobrevivencia en Durango, México. Revista Chapingo Series Zonas Áridas. pp: 63-67

Torres, D.; Florentino, A.; Ospina, A.; Rodríguez, N.; Colmenar, C. 2013. Disponibilidad de nutrientes en suelos de zonas semiáridas venezolanas con presencia de biocostras. In: XX Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos. San Juan de Los Morros. 6p.

Vetaas, O.R. 1992. Micro-site effects of trees and shrubs in dry savannas. Journal of Vegetation Science 3: 337-344.

Williams, C.S. 2008 Surviving Survival Analysis. An Applied Introduction. In: SESUG 2008: The Proceedings of the South East SAS Users Group, St Pete Beach, FL. On line: http://analytics.ncsu.edu/sesug/2008/ST-147.pdf.

PRODUCTIVIDAD DEL AGUA Y TIEMPO TÉRMICO EN LÍNEAS MEJORADAS DE TRIGO FORRAJERO CULTIVADAS EN DURANGO

Rigoberto Rosales Serna[1*], Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1], Fernando Abraham Euzarraga Rosales[2], Hilario Flores Gallardo[1], Rafael Jiménez Ocampo[1].

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango - El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170. [2]Universidad Tecnológica de Poanas, km 2.0 carretera Villa Unión-Vicente Guerrero S/N Cd. Villa Unión, Poanas, Dgo. México. C. P. 34800.
*rosales.rigoberto@inifap.gob.mx; rigoberto_serna@yahoo.com.

INTRODUCCIÓN

En Durango, se requieren altas cantidades de forraje para alimentar y suplementar el ganado bovino. En 2014, se tuvo en esta entidad una población de ganado bovino cercana a un millón 275 mil cabezas (SIAP, 2015). Se han propuesto diferentes alternativas para la producción intensiva de forrajes en Durango, lo cual se espera que permita el incremento de la disponibilidad de alimento para el ganado bovino en la época seca del año. Con ello, se tiene la expectativa de incrementar el peso al sacrificio registrado actualmente en los bovinos productores de carne, el cual durante el periodo 2009-2014 registró un promedio bajo (266 kg), en comparación con la media nacional que alcanzó 388 kg (SIAP, 2015).

La producción intensiva de forrajes es una de las opciones más importantes en el incremento de la disponibilidad de alimento para el ganado durante la época seca del año. Debe considerarse que la disponibilidad de agua de lluvia y riego es limitada en Durango, por lo que se requiere una planeación adecuada para el incremento de la productividad del recurso hídrico, sin descuidar las necesidades humanas. Con base en lo anterior, el incremento de la productividad agropecuaria debe lograrse en un marco de sostenibilidad ambiental, en el que se incluye el uso eficiente del agua para la producción de los forrajes y granos usados en alimentación y suplementación del ganado bovino.

La productividad del agua se relaciona con la cantidad de biomasa acumulada en una especie vegetal por cada milímetro de agua consumida. Existen diferencias entre especies vegetales para la productividad del agua durante la acumulación de biomasa. Las gramíneas, como el trigo, muestran alta eficiencia en la acumulación de biomasa y algunas variedades presentan consumo reducido de agua. El trigo registra también bajo requerimiento térmico y puede cultivarse durante el ciclo otoño-invierno, sin reducción considerable del rendimiento de forraje. El objetivo de este trabajo fue evaluar la productividad del agua y establecer el tiempo térmico requerido por tres líneas mejoradas de trigo utilizadas para la producción de forraje en Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el Campo Experimental Valle del Guadiana del INIFAP, ubicado en el kilómetro 4.5 de la carretera Durango-El Mezquital, a los 23° 59' 21" N, 104° 37' 33" O y una altitud de 1,877 m. En el sitio de siembra predomina el suelo de tipo franco (arenoso y arcilloso), el cual tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media y pH de 6.5. El suelo tiene una capacidad de campo de 34 %, punto de marchitamiento permanente de 12 % y humedad aprovechable de 22 %. El clima de la región es templado-semiárido, con régimen de lluvias en verano, muestra variación fuerte de temperatura [BS_1 Kw (w) (e)] y la media anual para esa variable es 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 en seco, el día 01 de octubre de 2015, con la sembradora Aitchinson grassfarmer 1414C®**,** la cual establece hileras de plantas con 15 cm de separación. Después, se aplicó el riego de siembra el día 03 de octubre y un sobre-riego el día 08 de octubre de 2015, para asegurar la emergencia de las plántulas. El experimento se estableció en un diseño completamente aleatorio (franjas apareadas) y seis repeticiones. Se aplicaron tres tratamientos de humedad, que fueron 100 %, 80 % y 60 % de humedad aprovechable. Las tres líneas de trigo que fueron evaluadas se identificaron como TD 3, TD 4 y TD 5. La parcela experimental consistió de una melga de 10 m de ancho y 35 m de longitud. Se fertilizó el 29 de octubre de 2015 con la dosis 120-00-00 para nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O). El control de la maleza se realizó mediante una aplicación de herbicida 2-4D, amina (Full-mina®) el día 5 de noviembre de 2015.

El riego de auxilio se aplicó en el momento que se registró el porcentaje de abatimiento fijado desde el inicio del experimento (50 % de la humedad aprovechable en todos los tratamientos), con la finalidad de evitar el estrés hídrico en las plantas. El contenido de agua en el suelo se determinó semanalmente con la ayuda del sensor TDR HydroSense II (Time Domain Reflectometer, Campbell Scientific, Logan UT, USA).

El cálculo de la lámina de riego consumida (dc) se realizó 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 (g/cm^3) y D= profundidad efectiva de raíces (m) (Morábito *et al*., 2008). Además de los riegos de auxilio, se consideró la lluvia acumulada durante el ciclo para el cálculo de la lámina de riego total aplicada (Lr_a). Los registros de la lluvia acumulada y las temperaturas máximas y mínimas se obtuvieron de la Red de Casetas Agrometeorológicas del INIFAP (INIFAP, 2016).

El muestreo sistemático del forraje se realizó en la etapa de prefloración (embuche) (65 días después de la siembra = DDS). En la melga de cada especie, variedad y tratamiento se tomaron seis muestras equidistantes (consideradas como repeticiones), con un cuadrante de 25 cm x 25 cm (625 cm^2), para la determinación del rendimiento de forraje verde y seco en toneladas por hectárea (t/ha). Las plantas se cortaron con hoz a una altura de 5 cm sobre la superficie del suelo y luego se colocaron en bolsas de papel previamente rotuladas con la identificación de cada línea, tratamiento y repetición.

Las muestras de forraje se pesaron inmediatamente después del corte en una báscula electrónica (Torrey®), con precisión de 0.01 g, para registrar el peso verde. Luego se colocaron las muestras en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C, hasta que mostraron masa constante (72 h) y de esa forma obtener el peso seco. Los resultados obtenidos se utilizaron en la estimación del rendimiento de forraje verde y seco en toneladas por hectárea (t/ha). Además, se hicieron los cálculos necesarios para la determinación del rendimiento de forraje por cada volumen de agua consumido [productividad del agua (kg/ha/mm) = Rendimiento de forraje (kg/ha)/Lámina de riego acumulada (mm)].

Las determinaciones de los grados día acumulados, entre la fecha del riego de siembra y el corte, se realizaron con base en las condicionantes: $^{\circ}D = T_a - T_{c\text{-}min}$, $T_a < T_{c\text{-}max}$; $^{\circ}D = T_{c\text{-}max} - T_{c\text{-}min}$, $T_a \geq T_{c\text{-}max}$ y $^{\circ}D = 0$, $T_a \leq T_{c\text{-}min}$. En donde T_a es la temperatura ambiental media diaria, $T_{c\text{-}max}$ y $T_{c\text{-}min}$ son las temperaturas máximas y mínimas del aire, las cuales representan los umbrales para el crecimiento y desarrollo de la planta. Los umbrales térmicos se situaron en 5 ºC para la temperatura base (Tb) y 30 ºC en el caso de la temperatura máxima (Benacchio, 1982). El análisis de varianza se realizó con base en un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial (tres tratamientos x tres líneas) y seis repeticiones. La comparación de medias se obtuvo con base en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró acumulación reducida de lluvia (60.6 mm) durante el periodo de cultivo que fue desde el 3 de octubre y hasta el 7 de diciembre de 2015, por ello se consideró como un ciclo otoño-invierno seco, lo cual es común en Durango. La acumulación de grados día a la fecha de corte fue de 742 ºD (65 días después de la siembra; DDS). Los datos obtenidos mostraron similitud con lo reportado en la literatura, donde se asignó un rango entre 807 y 901 ºD a la etapa de antesis. Las diferencias numéricas se debieron a las variaciones en la etapa fenológica, embuche en este caso, comparado con la antesis reportada en la literatura.

En adición a la lluvia acumulada (60.6 mm), se aplicaron dos riegos de auxilio, con lo que se lograron láminas de riego total acumuladas (Lr_a) entre 188.0 mm y 216.8 mm (Cuadro 1). Se observaron dificultades para aplicar con precisión los volúmenes de agua requeridos en cada uno de los tratamientos, debido a varios factores como la pendiente del suelo. Por ello, en el caso del tratamiento de 80 % de la humedad aprovechable se registró un valor total más bajo para Lr_a, en relación con el tratamiento de 60 %.

Cuadro 1. Láminas de riego aplicadas en líneas de trigo forrajero cultivadas en Durango.

		Lámina de riego acumulada (Lr_a)			
Especie	**Tratamiento[1]**	[2]31	51	[3]PP acum. (mm)	Total
Trigo	60 %	61.2	80.1	60.6	201.9
Trigo	80 %	40.1	87.3	60.6	188.0
Trigo	100 %	35.6	120.6	60.6	216.8

[1]Calculado con base en la humedad aprovechable en el suelo, [2]Días después de la siembra, [3]PPacum. = lluvia acumulada.

Se observaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para el rendimiento de forraje verde (FRV) entre condiciones de humedad (Figura 1). En el caso de la interacción (Tratamiento x Línea), se registró significancia, lo cual se relacionó con la modificación de la respuesta y posición relativa de al menos una de las líneas entre los tratamientos de humedad evaluados. El rendimiento de FRV varió entre 50.2 y 52.9 t/ha en 60 %, 57.2 a 62.8 t/ha en 80 % y 32.4 a 55.2 t/ha en 100 %. El valor promedio que se obtuvo en el tratamiento de 100 % de humedad (41.1 t/ha), resultó significativamente inferior al obtenido en el resto de los tratamientos incluidos en el estudio. Lo anterior, se relacionó con un efecto negativo del exceso de agua, puede resultar en inundación, movimiento de los nitratos lejos de la zona de raíces (SAI, 2010), reducción del oxígeno, pérdida de energía contenida en los azúcares de la planta (Cavers y Heard, 2001) y disminución del crecimiento.

Se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre líneas para el rendimiento de FRS y no se observó significancia para la interacción (Tratamiento x Línea), por lo que puede decirse que las líneas presentaron respuesta similar y mantuvieron su posición relativa entre los tratamientos de humedad. La mayoría de las líneas mostraron valores altos en los tratamientos de 60 % (8.4 a 8.6 t/ha) y 80 % (9.5 a 10 t/ha); únicamente en 100 %, se observó que la línea TD 5 redujo su rendimiento de forma significativa (6.2 t/ha), con respecto a TD 4 (10.0 t/ha) y TD 3 (9.5 t/ha) (Figura 2). El exceso de agua de riego redujo el rendimiento de FRS en el tratamiento 100 % de humedad aprovechable, lo cual fue más evidente en la línea TD 5.

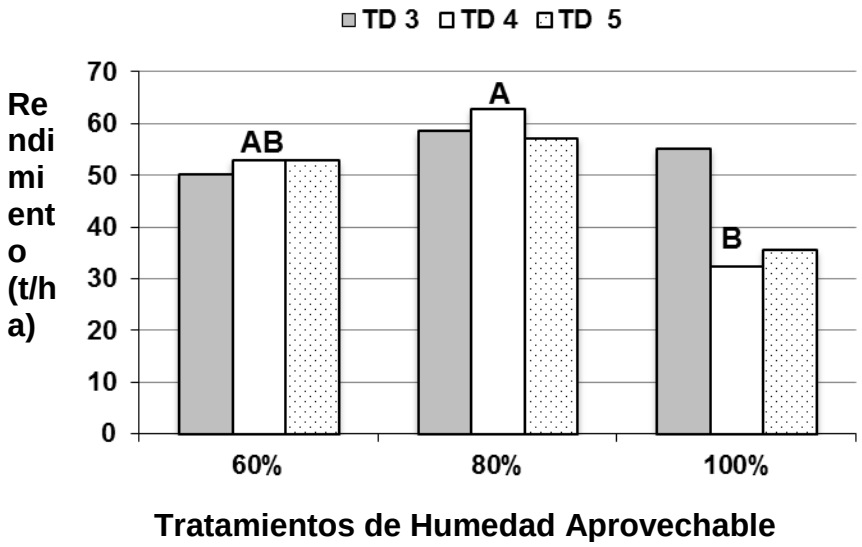


Figura 1. Rendimiento de forraje verde en líneas de trigo cultivadas en tres tratamientos de humedad. Literales denotan diferencias entre condiciones de humedad Tukey ($P \leq 0.05$).

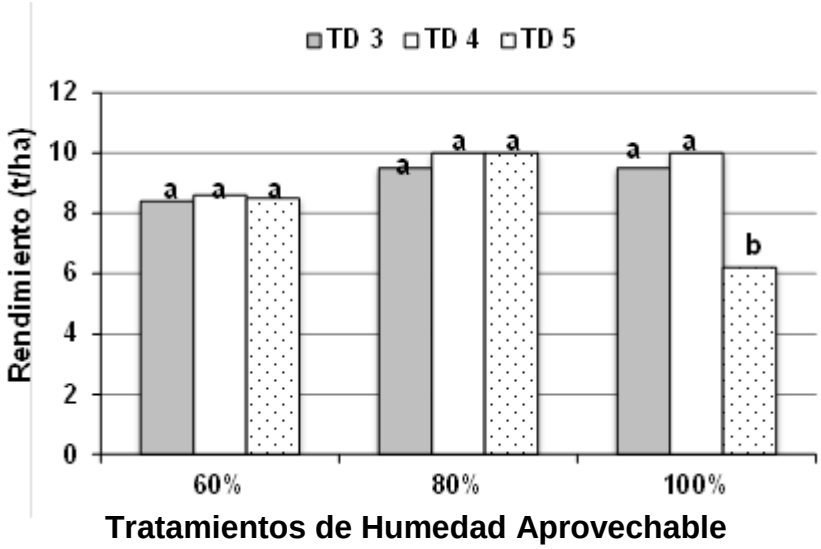


Figura 2. Rendimiento de forraje seco en variedades de trigo cultivadas en tres tratamientos de humedad. Literales denotan diferencias entre líneas de trigo Tukey ($P \leq 0.05$).

El valor más alto para la productividad del agua se obtuvo en el tratamiento con 80 % de la humedad aprovechable (Cuadro 2), para la producción de forraje verde y forraje seco. En ese tratamiento (80 %), los valores de PA para la producción de FRV fluctuaron entre 297.3 kg/ha/mm (TD 5), 343.6 kg/ha/mm (TD 3) y 344.1 kg/ha/mm (TD 4). En el caso del FRS, se

obtuvieron valores entre 108.0 kg/ha/mm (TD 5) y 117.0 kg/ha/mm (TD 4). Los datos obtenidos resultaron superiores a los obtenidos en otros estudios con trigo en los que se reportó un valor máximo de eficiencia en el uso del agua para la producción de materia seca de 60 kg/ha/mm, cuando se consideró el periodo entre la siembra y la antesis (Bowman y Scott, 2009). Lo anterior, se debió al tipo de germoplasma utilizado, método de muestreo, diferencia en los volúmenes de agua aplicados y la variación del ambiente.

Cuadro 2. Productividad del agua en la producción de forraje de trigo.

Línea	Tratamiento[1]	FRV[2] (t/ha)	FRS (t/ha)	Lr_a (mm)	PAFRV (kg/ha/mm)	PAFRS (kg/ha/mm)
TD 3	60 %	54.3	20.8	201.9	268.9	103.0
TD 3	80 %	64.6	21.7	188.0	343.6	115.4
TD 3	100 %	51.3	20.3	216.8	236.6	93.6
TD 4	60 %	57.2	21.0	201.9	283.3	104.0
TD 4	80 %	64.7	22.0	188.0	344.1	117.0
TD 4	100 %	59.4	19.9	216.8	274.0	91.8
TD 5	60 %	57.3	21.3	201.9	283.8	105.5
TD 5	80 %	55.9	20.3	188.0	297.3	108.0
TD 5	100 %	54.6	20.5	216.8	251.8	94.6
Promedio		**57.7**	**20.9**	**202.2**	**287.1**	**103.7**

[1]Estimado con base en la humedad aprovechable; [2]FRV = forraje verde; FRS = forraje seco; Lr_a = lámina de riego acumulada; PAFRV = productividad del agua en la acumulación de forraje verde; PAFRS = productividad del agua en la acumulación de forraje seco.

CONCLUSIONES

El trigo representa una alternativa para la producción de forraje en Durango y puede contribuir a desarrollo de la productividad agropecuaria de forma sostenible. Se recomienda el uso de las variedades TD 3 y TD 4 por su alta productividad del agua para la obtención de forraje verde y seco. En otoño-invierno, la aplicación mensual de láminas moderadas de riego (40 a 87 mm), que mantengan la humedad aprovechable entre el 60 % y 80 %, favoreció el rendimiento de forraje verde y seco en todas las líneas evaluadas. La aplicación de láminas de riego moderadas y el uso de líneas con valores altos de la productividad y bajo requerimiento térmico auxiliarán en la producción sostenible de forraje en Durango.

BIBLIOGRAFÍA

Benacchio S., S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el trópico Americano. FONAIAP-CNIA. Maracay, Venezuela. 202 p.

Bowman, A., and B. Scott. 2009. Water use by crops and pastures in southern NSW. Primefact 958: 1-6.

Espitia R., E.; H. E. Villaseñor M.; R. Tovar G.; M. de la O O.; A. Limón O. 2012. Momento óptimo de

corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3(4): 771-783.

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.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2016. Consultado en línea 15/12/2015. http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/.

Medina G., G.; G. Díaz P.; J. López H.; J. A. Ruiz C.; 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.

Morábito, J.; S. Salatino; G. Anbella; 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.

SAI. 2010. Water conservation, Technical briefs. Irrigation scheduling. Documento consultado en línea 10/04/2016. http://www.saiplatform.org/uploads/Library/Technical%20Brief%206.%20Irrigation%20Scheduling.pdf.

Cavers, C.; J. Heard. 2001. Managing crops for excess water stress. Canada-Manitoba Crop Diversification Centre (CMCDC) Potato Agronomist. Documento consultado en línea https://www.certifiedcropadviser.org/files/certifications/certified/education/self-study/exam-pdfs/356.pdf.

Salazar G., M. R.; J. Johnson; B. Chaves C.; G. Hoogenboom. 2013. Relationship of base temperature to development of winter wheat. International Journal of Plant Production 7(4): 741-762.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Bovino carne y leche. Población Ganadera. Consultado en línea 31/12/2015. http://www.siap.gob.mx/opt/poblagand/bovino.pdf.

DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES ARBUSTIVAS EN UNA CUENCA DEL NOROESTE DE MÉXICO

Bueno Hurtado Palmira[1]* Durán Guerra Omar[2] Sánchez Cohen Ignacio[1] Constante García Vicenta[1] Velásquez Valle Miguel Agustín[3]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera
[2]Asistente de investigación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera
[3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Saltillo.
*Autor por correspondencia. bueno.palmira@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La cuenca hidrográfica es el espacio formado por el escurrimiento de un conjunto de ríos, que se encuentra determinado por elevaciones que funcionan como parteaguas. Los escurrimientos en una cuenca son influenciados por las características de la superficie, pendiente y vegetación. Así pues, la vegetación es considerada como un estabilizador del suelo, y un retardador de flujo de agua, además provee numerosas funciones ecológicas, reduce las amenazas de la erosión y los deslizamientos que podrían resultar en la contaminación y la sedimentación de los cuerpos de agua (Bateman, 2007), pues las especies, cuya morfología de raíces es espesa y que además revisten un área amplia del plano del suelo, son las más efectivas para hacer más lento el escurrimiento de la superficie (Morláns, 2009).

La vegetación varía según las condiciones ambientales del sitio donde se encuentre, por ejemplo, el clima, sustrato geológico, las condiciones edáficas y la topografía (Duval *et al.*, 2015). Si consideramos la ubicación geográfica y los grandes relieves de México, se originan 9 tipos de clima, gracias a eso, nuestro país tiene grandes recursos y contrastes, en el sur y sureste se observa vegetación de selva alta mediana y baja, en el centro y las partes altas de las montañas encontramos bosques de pino y encino y del centro hacia el norte se localiza el matorral desértico (INEGI, 2008).

El matorral desértico es la vegetación predominante de las regiones de clima árido o seco, ya que las condiciones favorables para el almacenamiento del agua en un suelo pedregoso, permiten que se desarrolle una vegetación con arbustos y árboles bajos (González, 2012).

Si consideramos que poco más de la mitad del territorio mexicano presenta éste tipo de vegetación y sin dejar de tener en cuenta que el matorral es el recurso más abundante e históricamente también el más utilizado a lo largo de la historia en las zonas áridas y semiáridas del país (García-Hernández y Jurado, 2008), además de la relación de la distribución de las

especies vegetales e influencia consecuente en el escurrimiento, entonces se vislumbra la importancia de evaluar la abundancia y distribución de las especies a nivel cuenca hidrológica.

El objetivo del presente estudio fue realizar un reconocimiento preliminar de las especies vegetales existentes dentro de una microcuenca ubicada en una zona semiárida de Durango, mediante el muestreo al azar y líneas de Canfield.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio de estudio es una microcuenca de una superficie total de 1.58 km^2, se localiza entre las coordenadas 25°27'15" y 25°25'15" latitud norte y 104°16'30" y 104°15'30" longitud oeste, en los límites de los municipios de San Luis del Cordero y San Pedro del Gallo en el estado de Durango, el clima del lugar según la estación meteorológica de San Pedro Gallo presenta temperaturas extremas máximas que varían entre 35 y 42 °C, en los meses de mayo a julio y temperaturas extremas mínimas entre 0 y -9 °C, a mediados de diciembre hasta abril, la temperatura media máxima es de 22 °C en mayo y temperatura media mínima en enero es de 7°C; la mayoría de la precipitación, se localiza en el periodo de junio a octubre, con lluvias de 350 mm anuales.

Se muestrearon 6 puntos de manera aleatoria dentro de la cuenca (Figura 1) en el periodo del 9 de octubre al 30 de noviembre de 2015, se trabajó conjuntamente con personas de localidades cercanas que tuvieran conocimientos generales de las plantas establecidas en el sitio, con el objetivo de realizar una identificación *in situ* de las especies arbustivas y herbáceas dentro de los recorridos.

Se muestrearon 2 líneas de Canfield por punto, lo que originó un total de 12 líneas en toda la cuenca, la distancia aproximada entre ellas fue de 20 metros, las cuales se orientaron en dirección al norte con una longitud de 50 metros y se tomaron en cuenta los individuos a un metro de distancia de la línea de ambos lados y los que cruzaran, se contabilizaron todos los individuos y se registraron con su nombre vulgar o científico. La superficie de muestreo por punto fue de 200 m^2, lo cual generó una superficie total muestreada de 1,200 m^2.

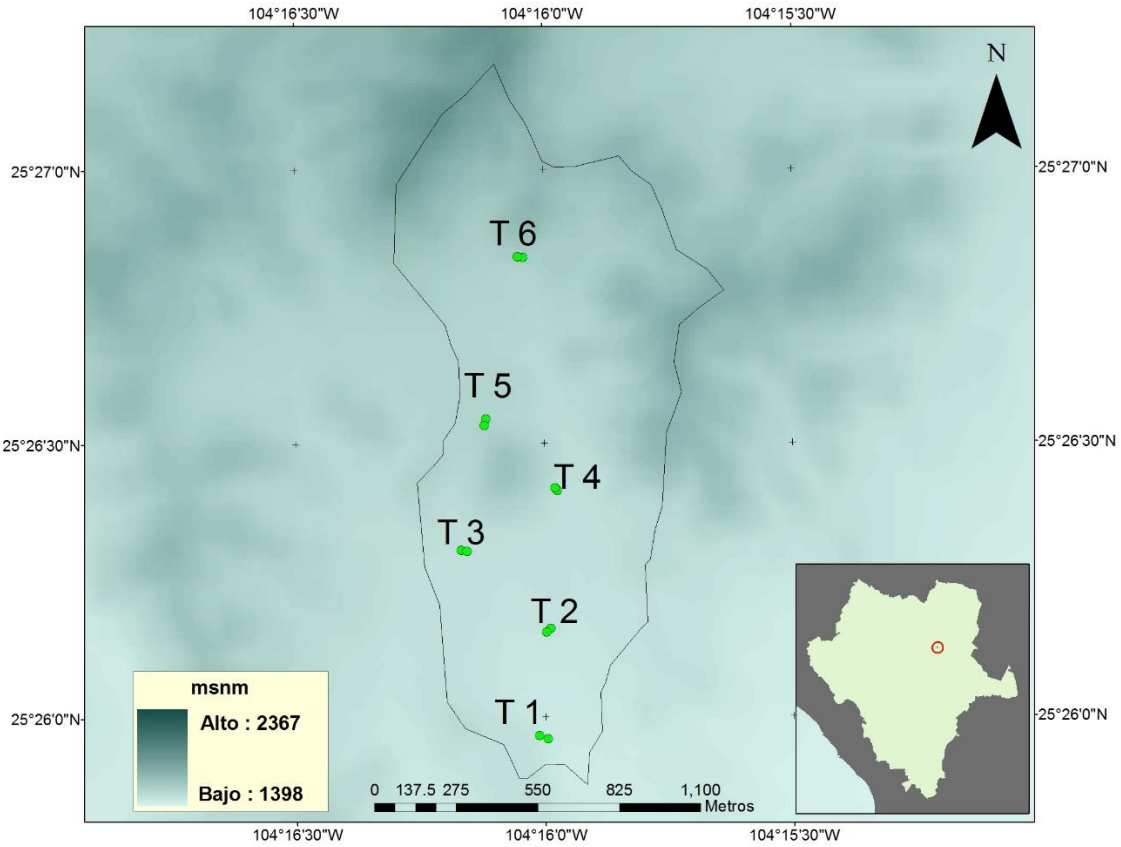


Figura 1. Localización de la cuenca en estudio y puntos de muestreo (T's).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron 21 especies dentro de la cuenca de estudio, la más numerosa fue *Agave lechuguilla*, con la mayor cantidad encontrada en el transecto 4 línea 2 con 95.6% y la menor en el transecto 5 línea 1 con 25.3%, otra especie numerosa es *Jatropha dioica* con el mayor número de individuos en el transecto 5 línea 1 con 42.2% y el menor, en el transecto 1 línea 1 con 8.62%. También fue de las más numerosas *Agave aspérrima* con 56.3% y 59.3% en el transecto 2 en las líneas 1 y 2, respectivamente (ver Cuadro 1).

Comparando estas observaciones con las de Mora-Donjuán *et al.* (2014), quienes realizaron un inventario de especies arbustivas en el estado de Nuevo León, en un sitio cuya temperatura media oscila entre 14 y 24°C y su precipitación anual es de 247 mm, ellos observaron la presencia del 13% de *Agave lechuguilla* y del 4% de *Larrea tridentata*, cabe señalar que la especie más abundante en aquel estudio fue *Gutierrezia microcephala* con 33%, dicha especie no se encontró en la cuenca presente.

Las diferencias en especies que abundan en ambos sitios se deben a las distintas condiciones del medio ambiente entre ambos lugares, como el clima, suelo, topografía, etc. El factor topografía desempeña un papel importante en la distribución de la vegetación, y al conjugarse

con la aridez, distingue, de manera significativa, los hábitats no sólo de las especies sino de las comunidades vegetales. También la humedad es uno de los factores limitantes para el crecimiento de las plantas en el desierto (González, 2012).

Las condiciones óptimas para el desarrollo de *Agave lechuguilla* (la especie con mayor abundancia en el presente estudio) son altitud entre 950 y 1990 msnm, precipitación anual de 200 a 500 mm, temperatura media entre 16 y 26 °C, pendiente entre 4 y 20% y textura del suelo media y gruesa (Castillo-Quiroz *et al*., 2014)

Por todo lo anterior mencionado en este apartado, podemos entonces esperar que la abundancia de una especie aumente a medida que nos desplacemos hacia condiciones ambientales óptimas (Smith y Smith, 2005). Por lo cual es fácil deducir que la frecuencia de especies variará de un lugar a otro.

Cuadro 1. Abundancia relativa (%) de las especies encontradas en las líneas muestreadas.

	Especie	T1-L1	T1-L2	T2-L1	T2-L2	T3-L1	T3-L2	T4-L1	T4-L2	T5-L1	T5-L2	T6-L1	T6-L2
1	*Agave lechuguilla*	***55.8***	***59.4***			***68.3***	***40.5***	***92***	***95.6***	25.3	33.3	***48.6***	***58.9***
2	*Lippia graveolens*	11.2	2.5		0.88		0.76	0.56	0.43	12		0.7	
3	*Jatropha dioica*	8.62	15	20.3	19.5	20	35.1			***42.2***	***36***	32.4	29.8
4	*Solanum elaeagnifolium*	7.61	5	1.56			0.76	2.84	2.19			2.11	
5	*Atriplex canescens*	7.1	3.75	1.56	5.3								
6	*Castela Texana*	3.55	1.25			3.33	3.05			4.81	2.66	2.11	0.66
7	*Mimosa monancistra*	3.04	1.87					0.56	0.87	4.81	4		
8	*Tidestromia lanuginosa*	1.01	0.62									1.4	0.66
9	*Flourensia cernua*	0.5	0.62			0.83		0.56					
10	*Parthenium incanum*	0.5	0.62		2.65								
11	*Opuntia rastrera*	0.5		1.56	1.76		0.76						
12	*Euphorbia antisyphilitica*		4.37			0.83							
13	*Eysenhardtia polystachia*		4.37	0.78	0.88	0.83		2.27	0.87	3.61	12	9.15	9.93
14	*Larrea tridentata*		0.62	13.3	7.07	0.83	9.92			1.2			
15	*Agave asperrima*			***56.3***	***59.3***								
16	*Celtis reticulata*			2.34			3.81						
17	*Cylindropuntia imbricata*			1.56	1.76	1.66	2.29				1.33	2.11	
18	*prosopis laevigata*			0.78									
19	*Fouquieria splendes*				0.88	0.83	0.76			2.4	2.66		
20	Cactacea no identificada									1.2	1.33	1.4	
21	*Opuntia leucotricha*									1.2	1.33		

CONCLUSIONES

Se realizó un reconocimiento preliminar de las especies vegetales existentes dentro de una microcuenca semiárida del estado de Durango. Se encontraron un total de 21 especies, siendo las más abundantes *Agave lechuguilla*, *Jatropha dioica* y *Agave asperrima*. Es necesario evaluar la interacción entre las condiciones del medio ambiente y la presencia o ausencia de las especies, así como, en la abundancia de cada una de ellas, ya que factores como la disponibilidad de agua influye fuertemente sobre el desarrollo vegetal en zonas áridas y semiáridas.

BIBLIOGRAFÍA

ATL. 2010. Cuencas hidrológicas: ¿Qué son?, ¿Por qué son importantes? URL: http://www.atl.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=2728:cuencas-hidrologicas-ique-son-ipor-que-son-importantes&catid=119:investigacion-y-agua&Itemid=462 (Acceso 9 de septiembre de 2013).

Bateman, A. 2007. Hidrología básica y aplicada. GITS. Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos. URL: http://www.upct.es/~minaeees/hidrologia.pdf fecha: 19/10/2014.

Castillo-Quiroz, D., Martínez-Burciaga, O. U., Ríos-González, L.J., Rodríguez-de la Garza, J.A., Morales-Martínez, T. K., Castillo-Reyes, F., Ávila-Flores, D. Y. (2014). Determinación de Áreas Potenciales para Plantaciones de *Agave lechuguilla* Torr. Para la producción de Etanol. AQM Acta Química Mexicana, Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. Volumen 6, No. 12.

Duval, S. V., Benedetti, G. M. y Campo, A.M. 2015. Región clima-vegetación: adaptaciones de la comunidad del jarillal al clima semiárido, Parque Nacional Lihué Calel, provincia de La Pampa, Argentina. , Investigaciones Geográficas, Boletín, núm. 88, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 33-44, dx.doi.org/10.14350/rig.48033.

FAO. 2006. Textura del suelo. URL: ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6706s/x6706s06.htm

García-Hernández, J. y Jurado, E. 2008. Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares N.L., México. Ra Ximhai 4(1):1-21

González, M. F. 2012. Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. Primera Edición. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 194 p.

INEGI. 2008. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf

Mora-Donjuán, C.A., Rubio-Camacho, E.A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., González-Tagle, M.A., Mata-Balderas, J. M., Mora-Olivo, A. 2014. Composición y diversidad vegetal de un área de matorral desértico micrófilo con historial pecuario en el noreste de México. Polibotánica 38:53-66.

Morláns, M.C. 2009. Estructura del paisaje (matriz, parches, bordes, corredores) sus funciones; fragmentación del hábitat y su efecto borde. Área ecológica – Editorial Científica Universitaria – Universidad Nacional de Catamarca http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/004-estructuradepaisaje.pdf

Smith R L & Smith T M. 2005. *Ecología*. 4a. Edición, Ed. Pearson, Addison Wesley. España.

DATACION DEL AGUA SUBTERRANEA DEL ESTADO DE TLAXCALA

Miguel Rivera González[1], Gerardo Delgado Ramírez [1], Hilario Macías Rodríguez[1] Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1], Juan Estrada Avalos[1]

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID RASPA-INIFAP). Km 6.5 margen derecha canal Sacramento. Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35140. E-mail: rivera.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

El agua que recarga un acuífero lleva la firma química de la atmósfera de la cual fue derivada. Las concentraciones atmosféricas de tales componentes como los clorofluorocarbonos (CFC) y el Tritio (^3H) cambian a través del tiempo. Si se asume que el agua infiltrada está en equilibrio con la atmósfera, las concentraciones de estos componentes en las aguas subterráneas reflejan sus concentraciones atmosféricas en el momento en que se aisló el agua de la atmósfera. Los trazadores ambientales y los isótopos presentes en una muestra de agua subterránea se derivaron de la atmósfera en el momento de la recarga. Algunas de las técnicas utilizadas para determinar la edad del agua subterránea se describen brevemente a continuación:

Clorofluorocarbonos (CFC)

Los Clorofluorocarbonos (CFC) son compuestos orgánicos sintéticos estables que se fabricaron por primera vez en 1930 para utilizarse como refrigerantes, propelentes de aerosoles, productos de limpieza, solventes y agentes espumantes en la fabricación de espuma de caucho y plásticos (Busenberg y Plummer, 1992). Los CFC son finalmente liberados a la atmósfera e hidrosfera, y la reducción de la capa de ozono de la tierra se atribuye a la rápida acumulación atmosférica de estos compuestos (Molina y Rowland, 1974). El método desarrollado por Busenberg y Plummer (1992) utiliza CFC como herramienta de datación; el triclorofluorometano (CCL_2F, CFC-11, Freón 11), diclorodifluorometano (CCL_2F_2, CFC-12, Freón 12), y triclorotrifluoroetano ($C_2CL_3F_3$, CFC-113). CFC-11 y CFC-12 constituyen el 77 por ciento de la producción mundial total de CFC (Derra, 1990). Los CFC-11, CFC-12 y CFC-113 tienen una vida atmosférica relativamente largo, 45 ± 7 años, 87 ± 17 años, y 100 ± 32 años, respectivamente (Volk, *et al* 1997). La concentración de CFC en el agua subterránea es una función de la concentración atmosférica de CFC en el momento de la recarga, la temperatura de recarga y los procesos químicos y físicos que afectan a la solubilidad de los CFCs a lo largo del flujo del agua subterránea (Cook *et al*, 1995).

Tritio

El Tritio (^{3}H) es el isótopo radiactivo del hidrógeno, tiene una vida media de 12.43 años (Agencia Internacional de Energía Atómica, 1981) y es desde 1952 un excelente indicador de recarga de agua subterránea (Clark y Fritz, 1997). ^{3}H se libera a la atmósfera por espelación de rayos cósmicos, pero la fuente principal son los ensayos atmosféricos de armas termonucleares. La unidad estándar de medida de la ^{3}H es una unidad de Tritio (UT), por lo que una UT es equivalente a un átomo de ^{3}H por 10^{18} átomos de hidrógeno o, en términos de radiactividad, 3.2 picocuries por litro (Clark y Fritz, 1997). En 1963 se produjo la máxima cantidad de Tritrio debido a pruebas nucleares, comúnmente conocida como la "bomba pico". Las concentraciones atmosféricas han disminuido gradualmente desde 1963, y el agua subterránea de hoy en día suele contener entre <1 a 10 TU, rara vez superior a 50 TU (Clark y Fritz, 1997).

Tritium/Helium-3

Ambos Tritio (^{3}H) y Helio (^{3}He) son relativamente gases inertes. Múltiples fuentes naturales de ^{3}He comprenden el manto y atmosfera de la tierra, inclusiones del fluido entre las rocas, y el exceso de aire atrapado en el agua subterránea durante la recarga (Schlosser, 1992). El método de datación $^{3}H/^{3}He$ se basa en la desintegración radiactiva de ^{3}H a ^{3}He. Este método separa ^{3}He derivados de ^{3}H del el ^{3}He derivado de fuentes naturales. Estimaciones de edad utilizando el método $^{3}H/^{3}He$ pueden ser extremadamente precisas (error de meses) para las aguas subterráneas que contienen altas concentraciones de ^{3}H. A diferencia de a técnica de datación de los clorofluorcarbonos, la técnica $^{3}H/^{3}He$ se puede utilizar en los sitios que están contaminados con compuestos orgánicos.

El carbono-14

Carbono-14 (^{14}C) se produce continuamente en la atmósfera a través de bombardeo de rayos cósmicos de los núcleos de nitrógeno (Bradley, 1985), y también se introdujo en la atmósfera durante los ensayos de armas nucleares. Con una vida media de 5,715 años, ^{14}C es útil para la datación del agua subterránea que se encuentra entre 1,000 y 30,000 años de edad (Coplen, 1993). Reacciones geoquímicas y de difusión en un acuífero, puede alterar la concentración de ^{14}C. Un modelo de reacción geoquímica (Plummer *et al* , 1994) mejora la exactitud de la datación del agua subterránea.

El objetivo de este trabajo fue conocer la edad de las aguas subterráneas del estado de Tlascala, para poder utilizarse con fines de planeación.

METODOLOGÍA

La metodología empleada para poder datar el agua subterránea consistió en realizar las siguientes actividades: Selección y ubicación de los puntos de muestreo, muestreo y preparación de las muestras de agua y datación del agua.

Selección y ubicación de los puntos de muestreo:

Se seleccionaron 14 pozos de agua subterránea distribuidos en 10 municipio del estado de Tlaxcala (Figura 1), 6 pozos son de uso agrícola, 5 de uso doméstico y 3 de uso industrial. Los pozos de uso industrial se ubican en el municipio de Apizaco, los de uso agrícola en los municipios de Zacatelco, Ixtacuixtla, San Lucas Tecopilco, Totolac y Tlaxcala ; los de uso doméstico en los municipios de Miguel Hidalgo, Ixtacuixtla, Tlaxco, Atlangatepec y Santa María Españita: En el cuadro 1 se presentan las coordenadas y las claves de descripción de las muestras

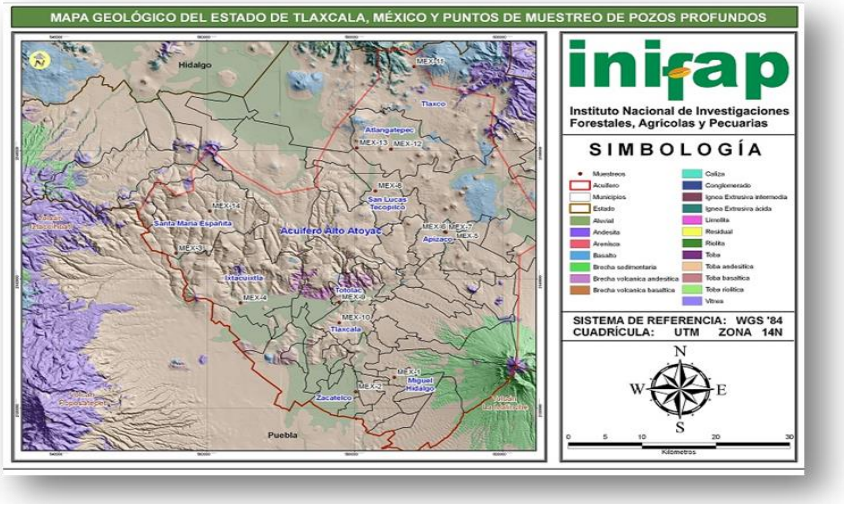


Figura 1.- Ubicación y distribución de los pozos de agua subterránea utilizados para la datación en la carta de geología del estado de Tlaxcala

Cuadro 1.- Características y ubicación de los pozos seleccionados para la datación de agua

Descripción de la muestra	Población y/o dirección	Municipio	Coordenadas UTM	Uso	Observaciones
Mex-1	Acuamanala	Miguel Hidalgo	0585349 2124723	Domestico	
Mex-2	Calle Benito Juárez Secc. 3ª Barrio de Guardia Pozo # 1	Zacatelco	0580086 2122496	Agrícola	Cultivos: Alfalfa, cebada, habas, frijol, maíz, zanahoria y lechuga
Mex-3	San Antonio Atotonilco	Ixtacuixtla	0555798 2144015	Agrícola	

Mex-4	San Gabriel	Ixtacuixtla	0564509 2136302	Domestico	
Mex-5	Pozo Nº 3	Apizaco	05692864 2148050	Industrial	FEMSA-COCA COLA
Mex-6	Pozo Nº 2	Apizaco	59151 2147363	Industrial	FEMSA-COCA COLA
Mex-7	Pozo Nº 1	Apizaco	592292 214788	Industrial	FEMSA COCA COLA
Mex-8	El Llano	San Lucas Tecopilco	0580786 2153726	Agricola	Maíz para semilla
Mex-9	San Juan	Totolac	0577954	Agrícola	Tomate-invernadero
Mex-10	San Lucas Cuautenulpan	Tlaxcala	0577893 2133227	Agrícola	
Mex-11	El Peñon	Tlaxco	058807 2173057	Domestico	
Mex-12			0584871 2160221	Agrícola	Alfalfa maíz y avena forrajeros
Mex-13	Benito Juárez Tezoyo	Atlangatepec	0580241 2160426	Domestico	
Mex-14	Santa María Españita	Santa maría Españita	0560343 2150588	Domestico	

Muestreo y Preparación de las Muestras de Agua:

Una vez identificados los pozos para la datación del agua en los diferentes municipios del estado de Tlaxcala, se realizó un recorrido a cada uno de los pozos seleccionados para la recolección de las muestras. En cada punto de muestreo se recolectaron muestras de agua en envases de plástico de un litro. Las muestras se filtraron en campo utilizando una bomba de vacío conectada a un depósito de filtrado provisto de una membrana de nitrato de celulosa de un diámetro de 4.7 cm y un tamaño de poro de 0.45 um, con la finalidad de eliminar los sólidos en suspensión y evitar posibles riesgos de contaminación biológica, posterior a esto las muestras fueron colocada en una hielera para su conservación y evitar posibles cambios de temperatura que pudieran dañar la muestra. El equipo utilizado se muestra en la Figura 2.

Figura 2.- Equipo utilizado para filtrar el agua en campo, eliminar sólidos en suspensión y evitar riesgos de contaminación biológica.

Datación del agua subterránea:

Las muestras de agua fueron enviadas al laboratorio de la Universidad de Arizona de los Estados Unidos para su datación. Para datar el agua se utilizó la técnica isotópica de carbono 14. Como apoyo para la datación se envió un plano geológico del estado de Tlaxcala así como valores promedio de pH de los suelos aledaños a los pozos de agua subterránea seleccionados para la datación. Los valores promedio de pH fueron obtenidos de las cartas de suelos de INEGI del estado de Tlaxcala.

Las mediciones del carbono 14 (^{14}C) fueron hechas en las instalaciones del acelerador de la Nacional Science Foundation de Arizona mientras que las mediciones del valor delta del carbono 13 ($\delta^{13}C$) fueron hechas en el laboratorio de isotopía ambiental, ambos de la Universidad de Arizona, EUA.

Para contabilizar los cambios del contenido de carbono inorgánico disuelto (CID) en el agua subterránea y dada la disponibilidad de datos de $\delta^{13}C$ y de ^{14}C, se eligió el método de isótopos estables del carbono de acuerdo a Clark y Fritz (1997); ya que los valores del radiocarbono medidos no pueden ser utilizados directamente para estimar el tiempo de residencia promedio de las aguas subterráneas.

El método de isótopos estables del carbono usa los cambios en el $\delta^{13}C$ para estimar los factores de dilución del ^{14}C original en las aguas subterráneas durante su tiempo de recarga y con ello calcular el tiempo de residencia promedio.

El procedimiento se basa en que el ^{14}C del agua de recarga es producto del gas del suelo que contiene CO_2 el cual proviene de la descomposición de material vegetal y una concentración de ^{14}C similar al de su atmósfera contemporánea. El valor del $\delta^{13}C$ del gas del suelo es determinado por factores como los contenidos relativos de material vegetal de plantas C_3 y C_4 en el suelo y la difusión de CO_2. Este ^{14}C es diluido por ^{14}C adicional cuando el agua de infiltración que contiene CO_2 disuelve la calcita mineral presente, de acuerdo a la reacción siguiente:

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O = Ca^{2+} + {}_2HCO\,{}^{-3} \qquad (1)$$

Si la mayor parte de esta disolución se realiza con calcita antigua que no contiene ^{14}C, el bicarbonato producido tendrá un contenido de $\delta^{13}C$ cercano a 0‰, y un contenido de ^{14}C igual a cero es decir, tendrá un porcentaje de carbono moderno o reciente nulo (pCR) o igual a cero.

Un factor de dilución (q) para el ^{14}C se define de la forma siguiente:

$$q = a^{14}C_{CID} / a^{14}C_{rec} \quad (2)$$

Donde el término $a^{14}C$, significa la actividad del ^{14}C expresada, por ejemplo, como porcentaje de carbono reciente (pCR); CID es el carbono inorgánico disuelto y rec. se refiere a la recarga.

Usando un balance isotópico basado en los datos del $\delta^{13}C$, q también se expresa de la siguiente manera:

$$q = (\delta^{13}C_{CID} - \delta^{13}C_{carb}) / (\delta^{13}C_{rec} - \delta^{13}C_{carb}) \quad (3)$$

Donde carb, es el carbonato disuelto de la calcita. Considerando el fraccionamiento entre gas del suelo y carbono inorgánico disuelto (CID):

$$\delta^{13}C_{rec} = \delta^{13}C_{soil\ CO2} + \acute{\epsilon}_{CID\text{-}soilCO2} \quad (4)$$

Donde $\acute{\epsilon}_{DIC\text{-}soil\ CO2}$ es el factor de fraccionamiento entre CID y el CO_2 del gas del suelo, y es dependiente del pH a condición de que el pH sea superior a 7, en cuyo caso CID será casi enteramente bicarbonato. Y el valor del $\acute{\epsilon}_{CID\text{-}soil\ CO2}$ permanecerá constante a 5.7 o/oo.

Para aplicar el método de corrección de δ^{13} C a los datos del acuífero en Tlaxcala, se consideraron los siguientes supuestos:

1. Que los sedimentos del acuífero contiene algo de carbonato, posiblemente en los sedimentos del lago, y tal carbonato tiene pCR = 0 y un valor de δ^{13} C > -1.5 ‰, deducido anteriormente. Valores de 0‰ y 2 ‰ se utilizará para ilustración.

2. Que el gas del suelo en la región de Tlaxcala tiene valores δ^{13} C, de acuerdo a uno de los siguientes casos: A). descomposición de material vegetal que consta de 100% de plantas C_3 de entrada, representando por la vegetación natural; B) descomposición de material vegetal que consiste en 25% de plantas C_4 y el 75% de plantas C_3; y C).La descomposición de material vegetal que consiste de alrededor de 40 % C_4 y 60% C_3. Los casos B y C consideran prácticas agrícolas a largo plazo, en particular la importancia del maíz como cultivo. Los valores δ^{13} C del gas del suelo para los casos A, B y C son: -23.0, -19.9 y -18.0 ‰, respectivamente, asumiendo valores de 25‰ y 12.5‰ para material de plantas C_3 y C_4 respectivamente y un cambio de isótopos del 2 ‰, debido a la difusión de CO_2 fuera del suelo.

3. Que la infiltración del agua de lluvia en la superficie del suelo se comporta de dos maneras: el pH del suelo característico en todas las zonas de recarga es 5,0 a 5,5; o el pH del suelo en las zonas de recarga varía según el sitio donde se obtuvo la muestra (con correspondientes valores de $\varepsilon_{CID\text{-}soil\ CO2}$ del suelo de Clark y Fritz, 1997). Valores de pH del suelo de 5 a 5.5 parecen ser frecuentes en la zona, y corresponden al rango de pH esperado del agua de lluvia. Valores superiores pueden representar perturbaciones locales de la química del suelo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para realizar los cálculos de la datación del agua subterránea de Tlaxcala, se consideró que el δ^{13} C corresponde a un 40% de plantas C_4 y un 60% de plantas C_3 y tomando en cuenta los valores de pH de los suelos de los sitios de muestreo.

En el Cuadro 2 se presentan las edades de las aguas subterráneas. Las muestras Mex-8 y Mex-9 tomadas en los municipios de San Lucas Tecopilco y Totolac presentan resultados no razonable por lo cual no se pudo realizar su datación debido a que presentaron ambos valores de pCR y δ^{13} C altos , una combinación no observada usualmente en aguas naturales. En otro estudio (no publicado) muestras de similares características isotópicas fueron colectadas de depósitos donde la presión del aire o la exposición al concreto tuvieron efectos potenciales sobre ambos parámetros. Las muestras Mex-5, Mex-3 y Mex-1 de los municipios de Apizaco, Ixtacuixtla y Miguel Hidalgo presentan edades de 1549, 5817 y 3421 años respectivamente, el resto de las muestras presentan edades iguales o menores de 55 años.

Cuadro 2.- Edad del agua subterránea en la cuenca del río Zahuapan, Tlaxcala*.*

Muestra	**pCR**	**δ^{13} C CID**	**δ^{13}C soil**	**pH**	**$\varepsilon_{DIC\text{-}soil\ CO2}$**	**q**	**a0**	**Edad (años)**
Mex-1	64.0	-12.1	-18	6.8	5.5	0.97	66.1	3421
Mex-2	80.3	-8.3	-18	8.2	5.7	0.67	119.0	≤ 55
Mex-3	30.3	-10.9	-18	5.6	0.2	0.61	49.5	5817
Mex-4	93.9	-10.2	-18	9.7	5.7	0.83	113.2	≤ 55
Mex-5	28.1	-6.1	-18	5.1	0.0	0.34	82.9	1549
Mex-6	11.6	-1.5	-18	5.1	0.0	0.08	139.2	≤ 55
Mex-7	29.8	-3.9	-18	5.1	0.0	0.22	137.5	≤ 55
Mex-8	104.	-6.2	-18	6.2	2.5	0.40	261.3	NR

	5							
Mex-9	93.9	-8.3	-18	5.8	1.3	0.50	188.9	NR
Mex-10	67.5	-7.3	-18	7.8	5.7	0.59	113.7	≤ 55
Mex-11	102. 0	-13.2	-18	5.9	1.4	0.80	128.3	≤ 55
Mex-12	83.3	-10.4	-18	6.4	3.4	0.71	116.9	≤ 55
Mex-13	54.7	-7.0	-18	5.5	0.0	0.39	140.7	≤ 55
Mex-14	72.3	-11.3	-18	5.6	0.2	0.63	113.9	≤ 55

pCR= Porcentaje de carbono moderno o reciente; $\delta^{13}C$ C_{CID}= Valor delta del ^{13}C del carbono inorgánico disuelto; δ^{13} C soil= Valor delta del ^{13}C del suelo; pH= valores de pH de cada uno de los sitios de muestreo; $\varepsilon_{DCID\text{-}soil\ CO2}$= Factor de fraccionamiento entre el carbono inorgánico disuelto(CID) y el CO_2 del gas del suelo; q = Factor de dilución; a0= actividad del ^{14}C. ; NR= Muestra de agua no datada por dar resultados erróneos.

Las muestras de agua que presentan las edades más antiguas se localizan en rocas ígneas (Toba Andesítica), en climas templado subhúmedo tipo C(W.2) (w) y dos de estas muestras se localizan cercanas a manantiales.

CONCLUSIONES

En base al muestreo realizado de aguas subterráneas para conocer sus edades, la mayoría de las muestras se consideran aguas con edades igual o menor de 55 años. Lo cual indica que el tiempo de residencia del agua es muy corto y que la recarga es rápida por lo cual se debe evitar la contaminación de los acuíferos.

Únicamente tres muestras de agua presentaron edades mayores de mil años, estas muestras se ubican en sitios donde predomina la roca ígnea (toba andesítica) en clima templado subhúmedo tipo C(W.2) (w) y cercanas a manantiales.

BIBLIOGRAFIA

Bradley, R.S., 1985, Quaternary paleoclimatology: Boston, Unwin Hyman, 472 p.

Busenberg, E. and Plummer, L.N., 1992, Use of chlorofluorocarbons (CCl3F and CCl2F2) as hydrologic tracers and age-dating tools--The alluvium and terrace system of central Oklahoma: Water Resources Research, v. 28, no. 9, p. 2257-2283.

Clark, I.D., and Fritz, Peter, 1997, Environmental isotopes in hydrogeology: New York, Lewis Publishers, 328 p.

Cook, P.G., Solomon, D.K., Plummer, L.N., Busenberg, E., Schiff, S.L., 1995, Chlorofluorocarbons as tracers of groundwater transport processes in a shallow, silty sand aquifer: Water Resources Research, v. 31, no. 3, p. 425-434.

Coplen, T.B., 1993, Uses of environmental isotopes, in W.M. Alley, ed., Regional ground-water quality: New York, Van Nostrand Reinhold, p. 227-254.

Derra, S., 1990, CFCs-No easy solutions: Research and Development, v. 32, p. 54-66.

International Atomic Energy Agency (IAEA), 1981, Statistical treatment of environmental isotope data in precipitation: Vienna, IAEA, Technical Report Series No. 206

Plummer, L.N.1994, An interactive code (NETPATH) for modeling net geochemical reactions along a flow path, version 2.0: 94-4169, 130 p.

Schlosser, Peter, 1992, Tritium/^{3}He dating of waters in natural systems, *in* Isotopes of noble gases as tracers in environmental studies: Vienna, IAEA, p. 123-145.

Volk, C.M., Elkins, J.W., Fahey, D.W., Dutton, Gilligan, J.M., Lowenstein, M., Podolske, J.R., Chan, K.R., and Gunson, M.R., 1997, Evaluation of source gas lifetimes from stratospheric observations: Journal of Geophysical Research - Atmosphere 102 (D21), 25543-25564

EVALUACIÓN ESTACIONAL DE ACODO AEREO EN HIGUERA EN LA REGIÓN LAGUNERA

Hilario Macías Rodríguez[1], Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1], Miguel Rivera González[1], Gerardo Delgado Ramirez[1]. Ma. Magdalena Villa Castorena[1]

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera, INIFAP. Km 6 + 500, margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango, México.
macias.hilario@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Con la modalidad de altas densidades de plantación y bajo condiciones de macrotuneles, a partir del año 2011 el cultivo de higuera se ha incrementado considerablemente en la Región Lagunera de Coahuila y Durango, esto en virtud de que es una buena alternativa económica para el sector rural, su manejo tradicional a nivel de traspatio ha permitido adquirir experiencia empírica para su manejo extensivo a campo abierto, con plantaciones de 100 a 400 plantas por hectárea, y rendimientos de 7 a 12 toneladas de higo fresco por hectárea y esa misma experiencia empírica también ha sido el soporte para las evaluaciones de este cultivo en plantaciones intensivas bajo cubierta, con potencial de producción de 90 toneladas de higo fresco por hectárea (Macías *et al* 2012; Mendoza., 2013). Los productores interesados en este cultivo se organizaron en una asociación formal a partir del año 2012 para tecnificar su explotación, debido a que su demanda como producto de exportación es alta, tanto en higo fresco como en pasta y sus derivados. Aún existen muchos vacíos de conocimiento para su cultivo comercial, se cuenta con muy pocos resultados de investigación sistematizada respecto a la multiplicación intensiva de planta, suelos, requerimientos hídricos, altas densidades de plantación, requerimientos nutricionales, control fitosanitario de plagas y enfermedades, podas y manejo de altas densidades de plantación bajo condiciones de agricultura protegida (Macías., *et al* 2013; Macías., *et al* 2014). En la Región Lagunera, ideal para la producción de higo con alto contenido de azúcar, se requiere para su producción intensiva con altas densidades de plantación bajo condiciones de macrotuneles, evaluar integralmente sistemas de producción que garanticen elevados rendimientos desde el primer año de su establecimiento, y una alternativa viable y atractiva económicamente es el establecimiento del cultivo con planta producida a través de acodo aéreo, dado que las plantaciones nuevas de higuera, que utilizan planta producida a través de vareta, con el uso de Trichoderma y precursores de enraizamiento, tanto a yema dormida como a yema despierta, aunque tengan rendimiento de ensayo en el primer y segundo año de su establecimiento definitivo, inician su producción comercial hasta el tercer año (Arreola *et al*, 2012; Macías *et al*, 2014; Muñoz *et al*., 2015). La producción de higo

bajo condiciones de macrotuneles en la Región Lagunera se implementó formalmente a partir del ciclo otoño-invierno 2012–2013, la planta que han estado utilizando es producida a través de vareta a yema dormida es producida en otras entidades, tales como Morelos, Veracruz, Hidalgo y el Estado de México y dicha planta ha llegado a la Región Lagunera con problemas de virosis, nematodos, gallina ciega y barrenador del tallo y sobre todo, se han detectado problemas con la identidad del material vegetativo, pues los productores han detectado que dichas plantas al fructificar, el higo no tiene ni color y ni tamaño uniformes, de ahí la necesidad de que los productores utilicen materiales regionales para la propagación, sobre todo materiales naturalizados con identidad real de la variedad a la que pertenecen y con probada capacidad de rendimiento y calidad de su producción. El INIFAP a través del CENID RASPA, ha realizado evaluaciones de propagación intensiva de higuera, a través de vareta a yema dormida y a yema despierta y a través de acodos aéreos desde el año 2012 y los mejores resultados para la propagación de materiales de higuera altamente rendidores y naturalizados en la Región Lagunera ha sido la propagación con acodos aéreos (Macías et al., 2015) que al implementarlos en madera de un año, se garantiza obtener planta que produzca higo a nivel comercial a partir del primer año de su establecimiento. Se están evaluando los acodos de higuera en las diferentes estaciones climáticas; primavera, verano, otoño e invierno para establecer cuál es la mejor estación para su realización, las pruebas previas de evaluación de las estaciones de otoño e invierno no han dado buenos resultados con este sistema de propagación ya que las condiciones climáticas de dichas estaciones solo permiten la formación de callo sin crecimiento de raíz. Las pruebas previas de evaluación experimental de acodos en los ciclos de primavera y verano, son las que han dado excelentes resultados con este sistema de propagación, los resultados que aquí se presentan corresponden a la evaluación experimental de acodos correspondientes al ciclo de primavera de 2016, en los que se evaluaron cuatro enraizadores comerciales, sobresaliendo entre ellos el Hortiroot y Raizal 400, con excelente vigor de enraizamiento y peso de raíz. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el desarrollo de acodos aéreos en higuera durante el periodo de primavera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones en un lote comercial de un productor cooperante del Ejido 5 de Mayo del municipio de Gómez Palacio, Dgo., la unidad experimental fue de seis acodos. El experimento se estableció el 4 de abril del 2016, se seleccionaron plantas donantes de 4 años de edad, con crecimiento activo y vigoroso, se utilizó sustrato a base de turba, papel aluminio, cinta canela para adherir y enraizadores

comerciales, los acodos se cortaron para su evaluación, 60 días después de su establecimeinto. Los acodos aéreos se desarrollaron en ramas con crecimiento del año anterior, incluyendo ramas secundarias desarrolladas en este mismo año. Los acodos tuvieron la siguiente secuencia: corte de forma rectangular en la corteza del tallo de la rama seleccionada, despegado de la corteza en forma rectangular, aplicación del enraizador directamente al tallo y a través del sustrato humedecido con el mismo y finalmente el sustrato se aplica cubriendo totalmente la incisión, fijándolo con papel aluminio y cinta canela.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

T: Testigo. Únicamente sustrato a base de turba.

T1: Rooting diluido en agua en proporción de 1 a 2.

T2: Hortiroot; 15 mililitros por litro de agua

T3: Root-Factor; 5 mililitros por litro de agua.

T4: Raizal 400; 10 gramos por litro de agua

Estos tratamientos se distribuyeron sobre las ramas completamente al azar, identificando cada acodo por número de tratamiento y repetición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos se evaluaron en un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Los parámetros evaluados se midieron inmediatamente después del corte de los acodos, a nivel de campo, figura 1.

Figura 1. Acodos de higuera en periodo de primavera.

En el Cuadro 1 se presenta el peso de raíz por el método de Arquímedes (PRA), el volumen desplazado al momento de pesar la raíz (VR), el peso de raíz sin secar (PRS) y el diámetro de la rama donde se estableció el acodo aéreo (DR). De acuerdo con los análisis realizados a los valores obtenidos (ANOVAS) en el experimento que se estableció en la primavera de 2016, los tratamientos mostraron diferencias altamente significativas. El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre los tratamientos con enraizadores comerciales como el Rooting (T2), el Hortiroot (T3), Root-Factor (T4), el Raizal 400 (T5) y un testigo sin enraizador (T1).

Cuadro 1. Valores de las medias de los pesos de raíz (Principio de Arquímedes), volumen de raíz, peso de raíz para materia seca en experimento de propagación vegetativa en el cultivo de Higuera (*Ficus carica* L.) ensayo de primavera.

No. de Trat.	**Tratamientos**	PRA (g)	PRMS (g)	VR (ml)	DT (mm)
T1	Testigo (T)	20.3 c	21.5 c	25.2 bc	10.5 b
T2	Rooting	30.0 b	30.0 b	36.2 ab	17.6 a
T3	Hortiroot	49.0 a	49.4 a	49.4 a	11.0 ab
T4	Root-Factor	26.9 b	27.5 b	28.9 bc	11.4 ab
T5	Raizal 400	38.6 ab	39.0 ab	32.2 b	10.3 b

Los tratamientos que mostraron los valores más altos en todas las mediciones realizadas fueron el Hortiroot (T3) y el Raizal 400 (T5). El tratamiento tres (T3) mostró el valor más alto en lo que se refiere al peso de raíz medido por el método de Arquímedes (PRA) con 49.0 gramos de raíz en promedio. El tratamiento (T5) mostró un valor de peso de raíz (PRA) de 38.6 g el cual es estadísticamente igual al (T3) lo cual es muy aceptable. El resto de los tratamientos mostraron valores más bajos que el Hortiroot, sin embargo, no se descartan como tratamientos para inducir la formación de raíces en los acodos aéreos. La tendencia del enraizamiento de todos los tratamientos fue la formación de raíz en los entrenudos del acodo y no en la parte perimetral del corte rectangular de la herida, excepto en el tratamiento a base de Root-Factor, que tuvo la tendencia a formar en la parte perimetral del corte rectangular del acodo y a lo largo del tallo o rama cubierta por el acodo.

En la figura 2, se observa en cada uno de los tratamientos la excelente correlación (R= 0.9) entre el peso de raíz en agua y el peso de raíz húmeda. Sobresaliendo los tratamientos a base de Hortiroot y Raizal 400.

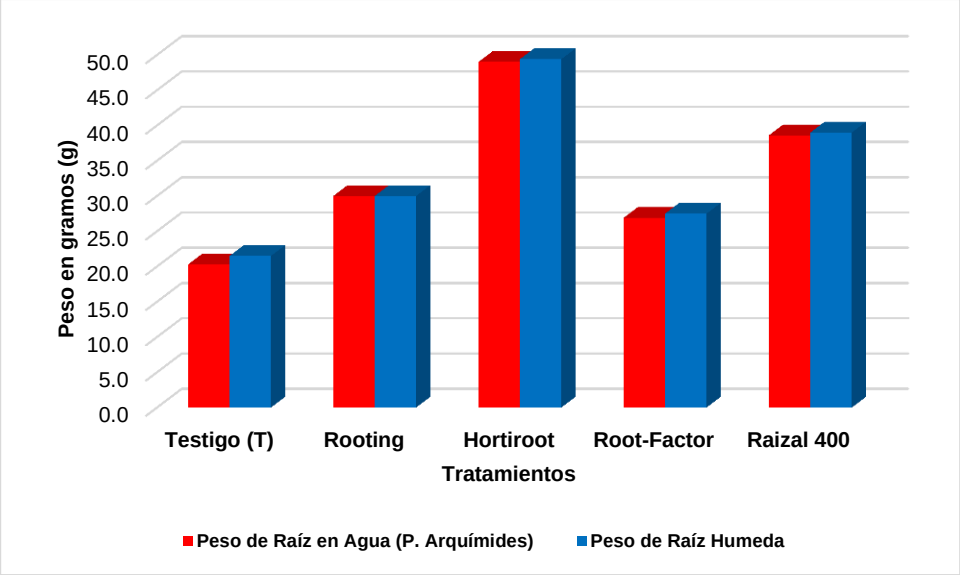


Figura 2. Peso de raíz de los acodos aéreos en los diferentes tratamientos evaluados

CONCLUSIONES

Los mejores tratamientos para acodar resultaron los T3 y T5, a base de Hortiroot y Raizal 400 respectivamente. Sin embargo, el tratamiento a base de Root-Factor, por tener tendencia a formar mayor número de raicillas en el espacio del acodo, potencialmente puede ser un excelente tratamiento si se le deja mayor tiempo de enraizamiento para esta especie u otras en las que se les quiera propagar por este método, sobre todo en especies frutales de zonas áridas de difícil propagación.

BIBLIOGRAFÍA

Arreola, A. J., H. Macías R., J. A. Muñoz V., M. Rivera G., Ma. M. Villa C. 2012. Utilización de Trichoderma para enraizamiento de higuera de higo blanco e higo negro variedades Kadota y Black misión. Revista AGROFAZ. Publicación semestral de investigación científica. Vol. 12 Núm. 3. Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de agricultura y Zootecnia. Venecia, Dgo., México. Noviembre 2012. pp 39-45.

Macías, R. H., A. Muñoz V., Ma. M. Villa C., M. A. Velásquez V., Ma. del C. Potisek T. 2012. Utilización de Trichoderma para enraizamiento de estaca de higuera de higo blanco en contenedores cerrados. Revista AGROFAZ. Edición especial. Publicación semestral de investigación científica Vol. 12 Núm. 3 Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de agricultura y Zootecnia. Venecia, Dgo., México. Noviembre 2012. pp 17-23.

Macías, R. H., A. Muñoz V., Ma. M. Villa C., M. A. Velásquez V., Ma. del C. Potisek T. 2013. Enraizamiento y brotación de vareta de higuera en contenedores de plástico cerrados: resultados preliminares. Revista AGROFAZ. Edición especial. Publicación semestral de investigación científica. Vol. 13 Núm. 2. Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de agricultura y Zootecnia. Venecia, Dgo., México. Diciembre 2013. pp 37-44.

Macías, R. H., M. A. Velásquez V., Ma. M. Villa C., A. Muñoz V., M. Rivera G. 2014. Evaluación experimental en higuera para implementar poda inicial en altas densidades de plantación con macrotunel en la Región Lagunera. Revista AGROFAZ. Edición especial. Publicación semestral

de investigación científica. Vol. 14 Núm. 2. Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de agricultura y Zootecnia. Venecia, Dgo., México. Diciembre 2014. pp 33-38.

Macías, R. H., M. Rivera G., M. Palomo R., J. A. Muñoz V., Ma. M. Villa C. 2015. Acodo aéreo: Alternativa para la producción intensiva de higo desde el primer año de plantación en macrotuneles. Revista AGROFAZ. Edición especial. Publicación semestral de investigación científica. Vol. 15 Núm. 2. Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de agricultura y Zootecnia. Venecia, Dgo., México. Diciembre 2015. pp 81-89.

Mendoza, C. V. M. 2013. Fisiología y manejo de la higuera (F*icus carica* L.) en producción forzada bajo cubierta plástica. Tesis doctoral. Colegio de postgraduados. Montecillo, Texcoco. Edo. de México. 99 p.

Muñoz, V. J. A., M. Palomo R., H. Macías R., M. Rivera G., G. Esquivel A. 2015. Dinámica de crecimiento fenológico de higuera (*Ficus carica L*.) con altas densidades de plantación en macro-tuneles. Revista AGROFAZ. Edición especial. Publicación semestral de investigación científica. Vol. 15 Núm. 2. Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de agricultura y Zootecnia. Venecia, Dgo., México. Diciembre 2015. pp 133-141.

VARIABILIDAD DE LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO EN COMPOSTAS AERÓBICAS A PARTIR DE ESTIERCOL DE GANADO DE ENGORDA

Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1], Hilario Macías Rodríguez[1], Gerardo Delgado Ramírez[1], Miguel Rivera González[1], María del Rosario Jacobo Salcedo[1]

[1] INIFAP; CENID RASPA, km 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. México. 35140 (villalobos.arcadio@inifap.gob.mx).

INTRODUCCIÓN

La relación carbono/nitrógeno (C/N) se refiere a la cantidad de carbono contenido en un material y su relación con la cantidad de nitrógeno que se encuentra en ese mismo material. En una composta aeróbica, las bacterias, hongos y otros microorganismos que llevan a cabo el proceso de descomposición de los materiales orgánicos, consiguen su energía de fuentes de carbón, tales como residuos de cosecha, rastrojos, aserrín, etc. (Kim *et al*. 2002; SAGARPA, 2010.). El nitrógeno que es rescatando por los microorganismos lo utilizan para el crecimiento de la población, pero el exceso de nitrógeno generará amoníaco, nitratos, nitritos en el proceso de nitrificación, (Dalzell, *et al*. 1991; Paneque y Calaña, 2004.). El objetivo del presente trabajo fue medir la dinámica de cuatro diferentes mezclas de materiales sobre la variación de la relación carbono/nitrógeno. Se hicieron cinco muestreos (M) del proceso de composteo aeróbico. Se evaluaron cuatro tratamientos que se hicieron con las mezclas de estiércol de ganado de engorda (E) y rastrojo de maíz (R), en las siguientes proporciones; T1: 100% E+0% R; T2: 75% E+25% R; T3: 50% E+50% R y el T4: 25% E+75% R. Las pilas de composta se mantuvieron en las primeras cuatro semanas a temperaturas mayores de los 40° C y en algunas fechas de muestreo se alcanzaron temperaturas máximas por encima de los 60° C. Los resultados mostraron que existe una alta correlación de los tratamientos a los que se agregó un porcentaje de rastrojo como el T1: 75% E+25% R; el T2: 50% E+50% R y el T3: 25% E+75% R, los cuales mostraron relaciones C/N más bajas que lo que lo requerido en una buena composta con una relación C/N de 25. La dinámica de la relación C/N fue una reducción entre los valores del análisis inicial a los valores del análisis final. Como en el caso de la mezcla 50% E+ 50% R que se redujo su valor de la relación C/N desde 35 hasta 1, y en el tratamiento donde se composteo el estiércol puro la relación C/N bajo de 22 a 19.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en los terrenos del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA-INIFAP). Este se ubica en km 6.5 de la

margen derecha del Canal Sacramento en Gómez Palacio, Durango. El Paso inicial fue fabricar varias compostas aeróbicas con la siguiente metodología.

Mezcla de materiales: Cada uno de las tratamientos se hizo con una pila con varias capas de rastrojo de maíz y de estiércol de ganado de engorda. En seguida estas capas se mezclaron hasta formar un montículo o "pila de composteo", ubicada sobre un área plana de suelo cubierto con plástico. Cuando se tubo formada la pila se cubrió con un plástico para impedir los malos olores, la procreación de insectos y proteger la composta de la lluvia para evitar que absorba exceso de humedad, y también pierda agua por evaporación directa, además permite mantener las temperaturas (Navarro, 1998; Jeavons, 2002; Nieto-Garibay, *et al*., 2002).

Relación carbono/nitrógeno (C/N): Para lograr que el proceso de composteo funcionara en forma óptima se buscaron materiales que al combinarse mostraran una buena relación de carbono (C) y nitrógeno (N) ya mezclados, además que la mezcla tuviera una aireación adecuada y una humedad equilibrada con la proporción de porosidad en la pila durante las primeras fases del proceso (Sánchez *et. al*., 2006; Sánchez *et. al.*, 2008). La relación carbono/nitrógeno (C/N) se refiere a la cantidad de carbono contenido en un material respecto a la cantidad de nitrógeno que se tiene en ese mismo material. Para explicarlo mejor, los materiales usados fueron restos de cosecha. El rastrojo de maíz tiene una relación C/N de 50, lo que significa que existe mucho más carbono que nitrógeno y por tanto una relación C/N alta, mientras que productos como el estiércol mucho más nitrógeno que carbono, con una relación C/N de 12, y como consecuencia, una relación C/N baja.

Tratamientos evaluados. Las pilas de las mezclas se integraron con una mezcla de dos ingredientes; 1) estiércol de bovino para carne (E); y 2) rastrojo de maíz (R). Los tratamientos se integraron en cuatro proporciones con relación al estiércol. Los tratamientos fueron 3 mezclas de estiércol más rastrojo y uno con puro estiércol, que se integraron de la siguiente forma: (T1) 100% E+0% R; (T2) 75% E+25% R; (T3) 50% E+50% R; (T4) 25% R+75% E. Los análisis que se hicieron en el laboratorio fueron: Materia Orgánica (M.O.) por el método de Walkley and Black y Nitrógeno Total (NT) por el método Kjieldalh de las muestras obtenidas en las cuatro mezclas de los dos materiales orgánicos mezclados. Las variables medidas en el proceso fueron la humedad y temperatura de la composta, pH, conductividad eléctrica (CE), carbón orgánico (CO), materia seca (MS) y contenido de macro y micro elementos nutritivos.

Diseño Experimental. El diseño experimental que se usó fue un arreglo de bloques completamente al azar, con 4 tratamientos y con 4 repeticiones. Se tomaron muestras al inicio del proceso y a los 45 días de composteo de cada uno de los tratamientos, para realizar análisis en el laboratorio y determinar las características físicas y químicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados de los análisis estadísticos se encontraron diferencias significativas en la relación carbono nitrógeno (C/N) entre los tratamientos del experimento, ya que estos mostraron una gran variabilidad en la primeros dos muestreos (M) M0 y M1 (Cuadro 1). Las relaciones C/N en el muestreo inicial (M0) del composteo fueron de 45, 35, 28 y 22 en los tratamientos T4: 25% E+75% R; T3: 50% E+50% R; T2: 75% E+25% R; y el T1: con 100% de estiércol, respectivamente. Sin embargo, todos los tratamientos se mantuvieron más uniformes después del segundo muestreo (M2), lo cual significa que se observó una menor reducción de la relación C/N durante los últimos 15 días de composteo Cuadro 1).

Cuadro 1. Registro de la dinámica la relación carbono/nitrógeno (C/N) en tratamientos de composteo aeróbico de cinco diferentes mezclas de estiércol de bovino de engorda con rastrojo de maíz.

No. TRAT.	Mezcla (% E+R)	R C/N				
		M0	M1	M2	M3	M4
T1	100 E + 0 R	22 c	23 bc	20 bc	20a	19a *
T2	75 E + 25 R	28 bc	24 bc	22 b	20a	19a
T3	50 E + 50 R	35ab	25ab	21 b	15 b	17ab
T4	25 E +75 R	45a	29a	25a	20a	17ab

*los valores con la misma letras y en la misma columna no son estadísticamente diferentes;
E = Estiércol; R = Rastrojo; T = Tiempo; M = muestreo

De acuerdo con el análisis estadístico se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos en los muestreos M0, M1 y M2. En los muestreo M3 y M4 la relación C/N se volvió más uniforme, sin embargo, los tratamientos con un mayor porcentaje de rastrojo como el T3: 50% E+50% R; y el T4: 25% E+75% R, mostrando relaciones C/N más bajas que lo que los otros tratamientos. Se puede concluir que la dinámica de la relación C/N fue una reducción entre los valores del análisis inicial (M0) a los valores del análisis final (M4). Como en el caso de la mezcla 50% E+ 50% R que se redujo su valor de la relación C/N desde 35 hasta 17; y en el composteo del estiércol puro la relación C/N bajo de 22 a 19 (Figura 1 y Cuadro 1).

La relación carbono/nitrógeno es una de las variables, que se considera como un indicador importante, por su relación en la calidad final de la composta. Además se considera uno de los factores determinante sobre el proceso de composteo. Esta variable puede determinar la rapidez o lentitud con que una composta pueda alcanzar temperaturas hasta de 70° C o bien, mantener o reducir las temperaturas a menos de 40° C (Soto, 2003; Scheuerell y Mahaffee, 2005). En la Figura 1 se muestran las relaciones C/N para los cinco muestreos (M0, M1, M2, M3 y M4). Los valores de las relaciones C/N del muestreo inicial (M0) fueron de 22, 28, 35 y 45

para los tratamientos T1: 100% E+0% R; T2: 75% E+25% R; el T3: 50% E+50% R y el T4: 25% E+75% R, respectivamente, Para los mismos tratamientos las relaciones C/N se redujeron drásticamente hasta los valores de 19, 19, 17 y 17respectivamente y se puede observar que existe una alta correlación con los tratamientos a los que se agregó un porcentaje de rastrojo como el T2: 75% E+25% R; el T3: 50% E+50% R y el T4: 25% E+75% R. Estos tratamientos mostraron relaciones C/N más bajas que la requerida en una composta de calidad con una relación C/N de 25 (Willer y Yussefi, 2001).

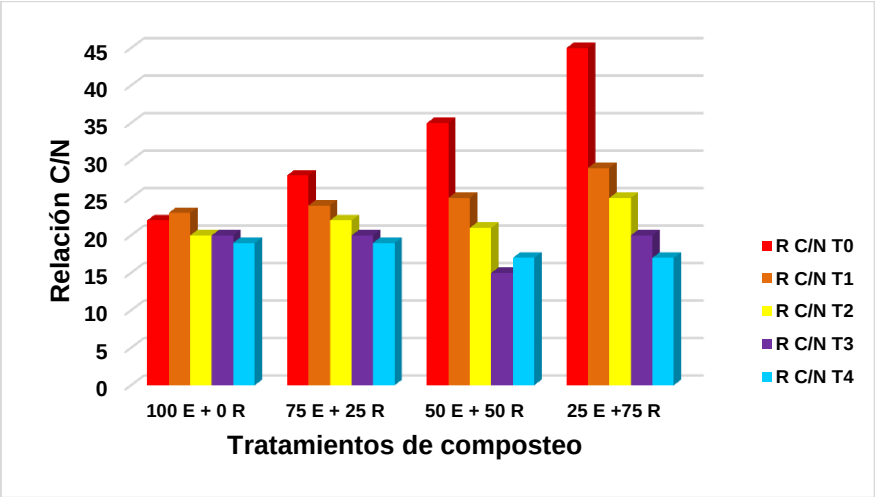


Figura 1. Gráfica del efecto de los tratamientos de composteo con mezclas de estiércol de ganado de engorda y rastrojo de maíz sobre las relaciones carbono/nitrógeno (C/N) al final del proceso de descomposición de los materiales orgánicos.

COCLUSIONES

- Las mezclas de estiércol y rastrojo de maíz tiene un efecto importante sobre la relación C/N la cual es determinante en las fases de descomposición de los materiales orgánicos.

- La adición de una fuente de carbono como rastrojo de maíz en un composteo aeróbico, influye sobre las relaciones carbono/nitrógeno (C/N) al final del proceso de descomposición de los materiales orgánicos manteniendo esta relación en un nivel aceptable.

- Se puede concluir que la dinámica de la relación C/N fue una reducción entre los valores del análisis inicial (M0) a los valores del análisis final (M4).

BIBLIOGRAFÍA

Jeavons, J. 2002. Cultivo biointensivo de alimentos. Ecology actions of the Midpeninsula. Estados Unidos. 261 p.

Kim T.I., Jeong K.H., Ham J.S., Yang C.B., Chung I.B., Kim M.K., Kim K.N. 2004. Isolation and characterization of cellulase secreting bacterium from cattle manure: Application to Composting. Compost Science & Utilization 12:242-248.

Navarro R. A. 1998. Manual para hacer composta Aeróbica. CESTA Amigos de la Tierra. p. 21.

Nieto-Garibay A., Murillo-Amador B., Troyo-Diéguez E., Larrinaga-Mayoral J. A., y J. L. García-Hernández. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica parala producción sostenible del chile (*capsicum annuum* l.) en zonas áridas. INCI Vol.27 No.8. Caracas ago. Pp. 208-216

Paneque, V. M., J. M. Calaña. 2004 Abonos Orgánicos, conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. Folleto Técnico. Asociación Cubana de técnicos Agrícolas y forestales. La Habana, Cuba. 54 p.

SAGARPA, 2010. México sede de la 2ª Reunión Ordinaria de la Comisión Interamericana de Agrícultura Orgánica (CIAO), en la que participan 18 países.

Sánchez H. R., V. M. Ordaz Ch., D. J. Palma L. y J. Sánchez B. 2006. El vermicompostaje: elemento útil en la agricultura sustentable. Primera Edición. Fundación Produce Tabasco A. C. Colegio de Postgraduados. Campus Tabasco. pp 3-24.

Sánchez E. J., M. N. Rodríguez M., C. V. Sánchez R. y F. Fernández L. 2008. Abonos orgánicos. Ediciones Papiro Omega. México, D. F. 139 p.

Scheuerell S.J., W.F. Mahaffee. 2005. Microbial recolonization of compost after peak heating needed for the rapid development of damping-off suppression. Compost Science and Utilization 13:65-71.

Soto, M. G. 2003. Abonos orgánicos: definiciones y procesos. En: Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impactos en la agricultura. Ed Meléndez, G. San José, Costa Rica, pp. 20-49.

Willer H, Yussefi M. 2001 *Organic Agriculture Worldwide*. BioFach, SÖL-Sonderausgabe Stiftung Ökology & Landbau, IFOAM, Alemania, 133 pp.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es financiado por el INIFAP Proyecto de Fondos Fiscales 2014 No. 12294732544. Se agradecen las facilidades otorgadas por los productores para la toma de muestras (por motivos de confidencialidad, no se identifica la procedencia de las mismas).

CONCENTRACIÓN PUNTUAL DE CO_2 POR EROSIÓN HÍDRICA BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE LABRANZA

Maria del Rosario Jacobo-Salcedo*[1], Palmira Bueno Hurtado[1], Ignacio Sánchez Cohen[1], Miguel Agustín Velásquez Valle[1], Gerardo Esquivel Arriaga[1]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Nacional de Investigación Disciplinaria (CENID), Relación Agua-Suelo-Planta-Atmosfera (RASPA). Km. 6.5 Margen Derecho Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango C.P. 35140
Correspondencia*: jacobo.rosario@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La relación entre el cambio climático actual y la producción agrícola muestra una imperante necesidad que requiere atención, diversos organismos internacionales han realizados el abordaje en este contexto desde diversas perspectivas ya que el sector agrícola genera un importante aporte en la emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI).

El Dióxido de carbono (CO_2) es el principal gas efecto invernadero el cual contribuye al calentamiento global (Lugato *et al.,* 2016). El suelo es considerado como el depósito de carbono más grande; por lo tanto, un pequeño cambio en el uso del suelo puede generar impactos importantes en el contenido de CO_2 de la atmosfera (Wang *et al.*, 2014). Al cambiar el uso del suelo y la cobertura se afecta la capacidad de secuestro de carbono. La deforestación, los incendios o el cambio del ecosistema a un sistema de producción agrícola contribuyen al incremento atmosférico del CO_2 (FAO 2002).

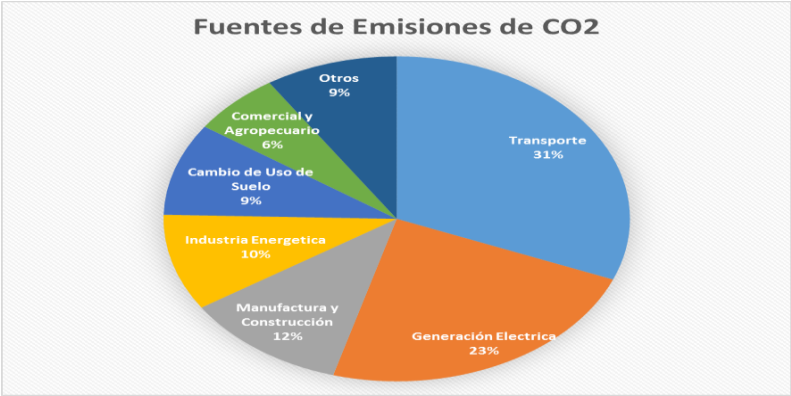


Figura 1: Fuentes de emisiones de dióxido de Carbono en México (SEMARNAT 2013).

La Figura 1 muestra la distribución de las emisiones de CO_2 como gas de efecto invernadero en el que se observa que el sector agrícola conjuntando el cambio de uso de suelo y la producción agrícola producen el 15% de las emisiones de CO_2 a la atmosfera contribuyendo al calentamiento global (Brenner *et al*., 2001).

La SEMARNAT (2007) reporta la superficie afectada por la degradación de suelo y causado por degradación hídrica de 230,000 Km^2 lo cual representa un 26.1% del total de la degradación a su vez representa el 11.8% de la superficie del territorio Nacional.

La fracción lábil del carbonó se desprende debido a la erosión generada por el agua generando el desprendimiento del CO_2 emitido por el suelo (Jacinthe, Lal, and Kimble 2002). Los agregados del suelo son de diversos tamaños con la generalidad de menos estabilidad. Gabioud, Wilson, and Sasal (2011) indican que la estabilidad de los agregados del suelo está condicionada especialmente por la acción del agua como factor de degradación y por la cohesión en estado húmedo como factor de resistencia.

La Erosión se define como un proceso de desprendimiento, transporte y acumulación de suelos causados por el agua y el viento, lo que provoca el humedecimiento y desagregación de los agregados primarios de suelo, lo que conduce a la disminución de su capacidad de infiltración y retención de humedad (FAO 2002). Existen varias formas de evaluar la erosión, para superficies pequeñas una de estas alternativas es mediante simuladores de lluvia y recolectores de sedimentos en tiempo real (INEGI 2015).

Los suelos sanos son la base para la producción mundial de alimentos, pero no prestamos la suficiente atención a este, el cual contribuye a la seguridad alimentaria de los seres humanos, ya que es de ahí inicia la producción del 95% de nuestro alimentos directa o indirectamente. En México, se tienen 28 de los 32 tipos de suelo existentes en el mundo, lo que favorece la práctica de diferentes tipos de sistemas agrícolas y una amplia gama de productos que se obtienen de ellos (INEGI 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se condujo en la localidad de Santo Domingo ubicada en municipio del estado de Durango, México en las siguientes coordenadas (25°50´19.19´´N; 104°25´15.2´´O). La selección del sitio de estudio se estableció con base en la producción agrícola de ladera y debido a las condiciones geográficas, Santo Domingo genera una producción agrícola de ladera con una pendiente del 6 al 9%.

Se establecieron parcelas experimentales de 3 m por 5 m. Se sembraron con maíz forrajero (Criollo) con una densidad de 68,027 plantas por hectárea. Se estableció un diseño experimental de 4 tratamientos con 4 repeticiones con un arreglo completamente al azar. Los

tratamientos probados fueron T1= Suelo Desnudo, T2=Labranza Tradicional con residuos, T3= Labranza Tradicional y T4= Labranza con siembra a espeque.

El cultivo se trató bajo condiciones de temporal, a los 47 días del cultivo se programaron las simulaciones teniendo una condición de presión de 10 psi. Se consideró el protocolo USDA-ARS GRACEnet Project, el cual establece la medición de flujo de CO_2 en suelo mediante cámaras. Las cámaras empleadas para este estudio fueron de PVC de 20 cm de altura, 32 cm de diámetro y un volumen de 7.60L.

Se establecieron tres mediciones la primera antes de la simulación, la segunda a los 30 min después de la simulación y la tercera a los 60 min después de la simulación. La toma de muestra se llevó a cobo en viales plásticos al vacío de un volumen de 9 ml, la muestra se recolecto con jeringa de 10 ml directo a la septa de muestreo de la cámara de gases. Las muestras recolectadas se conservaron en refrigeración hasta el momento del análisis.

La medición de CO_2 se realizó en cromatógrafo de gases Perkin Elmer con detector TCD se empleó como gas de acarreo hidrogeno y con las siguientes condiciones de corrida, temperatura de horno 35°C Detector 225°C, flujo 15 ml/min y gas de referencia He a 30 ml/min.

El análisis estadístico realizado fue una prueba ANOVA y prueba de Tukey, todos los análisis se realizaron con SPSS versión 8.0.

RESULTADOS

Las concentraciones ambientales al tiempo 0 o inicial del experimento se muestra en un rango de 340 a los 370 ppm lo cual coincide con lo reportado por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC). Lal(2005) reporta 367 ppm de CO_2 como una media a nivel mundial. Dicho reporte coincide con los datos iniciales del presente trabajo.

A su vez la figura 2 muestra el comportamiento medio de las concentraciones puntuales de CO_2 en tres tiempos de monitoreo en cámara cerrada a los 0 min a los 30 min y a los 60 min. La dinámica observada marca un incremento en la colección de CO_2 posterior al proceso de simulación de lluvia, lo cual permite observar el desprendimiento de las partículas de Carbono en forma de CO_2 que de desprenden del suelo y despejan en aire contenido entre los agregados del suelo.

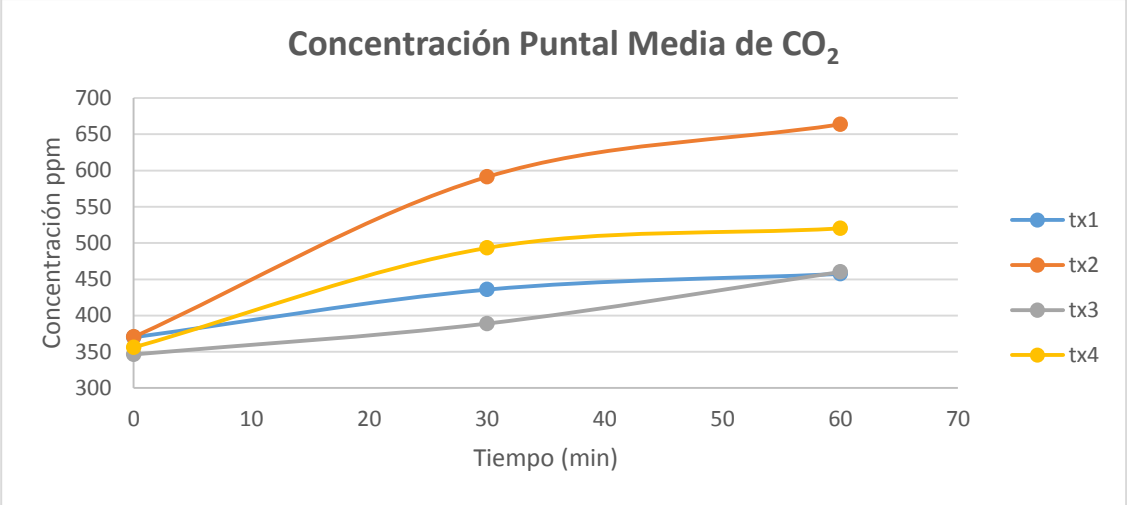


Figura 2. Concentración de CO_2 en tres tiempos en cámara cerrada. Tx1= Suelo Desnudo, Tx2=Labranza Tradicional con residuos, Tx3= Labranza Tradicional y Tx4= Labranza con siembra a espeque.

Los datos muestran una mayor concentración en el tratamiento 2 el cual es labranza tradicional con residuos lo cual resulta ser interesante considerando la diferencia numérica este tratamiento y el T1 el cual es a suelo desnudo; es decir, no se tiene incorporación de materia orgánica ni cobertura vegetal que propicie la desagregación de dichos componentes.

El análisis estadístico muestra una diferencia significativa entre los tiempos de evaluación (F=7.55; g L= 2,42; P= 0.002) y entre tratamientos una (F=2.875; g L= 3,42; P= 0.047) a partir del análisis de varianza realizado. Sin embargo, la prueba de Tukey en el caso de la variable tiempo muestra básicamente dos grupos (Cuadro 1) donde se muestra una diferencia significativa entre el tiempo 0 y el 60 lo cual es congruente con lo mostrado en la figura 2 donde es visible y estadísticamente diferentes las concentraciones obtenidas. En contraste, en los tratamientos la prueba de Tukey no muestra una diferencia significativa entre los datos lo que contrasta con el análisis de varianza realizado. Lo anterior es explicado con base en el rigor estadístico de la prueba que no alcanza a discriminar entre grupos donde es visible que se carece de una diferencia estadísticamente significativa entre los datos generados.

Cuadro. 1 Pruebas de Tukey por tiempo y tratamiento.

Concentración			
Tukey HSD[a,b]			
Tiempo		Grupo	
	N	1	2
0	16	376.0273 [c]	
30	16	422.4506[bc]	422.4506[ab]
60	16		467.8103[a]
Sig.		.134	.146
α = 0.05.			

Concentración		
Tukey HSD[a,b]		
Tratamiento		Grupo
	N	1
4	12	396.4767[a]
3	12	403.7075[a]
1	12	419.0664[a]
2	12	469.1338[a]
Sig.		.052
α = 0.05.		

CONCLUSIONES

Los resultados observados muestran que las emisiones de CO_2 al ambiente generadas a partir de condiciones de lluvia no solamente se deben a la precipitación per se sino a su vez se incrementan al incorporar material orgánico como lo es en este caso el rastrojo, esta tendencia muestra que el suelo permite la formación de mayor cantidad de agregados en el suelo bajo esta condición y por lo tanto su capacidad de aireación es mayor desprendiendo mayor cantidad de CO_2 al ambiente contrastando la mejora en la estructura física del suelo para su capacidad productiva.

BIBLIOGRAFÍA

Brenner, John et al. 2001. “Quantifying the Change in Greenhouse Gas Emissions due to Natural Resource Conservation Practice Application in Iowa.” *Colorado State University Natural Resource Ecology Laboratory and USDA, Naturasl Resources Conservation Service, Fort Collins, CO, USA.*

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2002. *Captura de Carbono En Los Suelos Para Un Mejor Manejo de La Tierra. Informes Sobre Recursos Mundiales de Suelos*. Retrieved (http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=OKZt9agfRksC&oi=fnd&pg=PR3&dq=CAPTURA+DE+CARBONO+EN+LOS+SUELOS+PARA+UN+MEJOR+MANEJO+DE+LA+TIERRA&ots=5xOjDqvtWf&sig=c9-6h5Q4W_qU0xBHudD4IqchYyc).

Gabioud, Emmanuel Adrián, Marcelo Germán Wilson, and María Carolina Sasal. 2011. “Análisis de La Estabilidad de Agregados Por El Método de Le Bissonnais En Tres Órdenes de Suelos.” *Ciencia Del Suelo* 29(2):129–39.

INEGI. 2015. “‘Estadísticas a Propósito Del Día Mundial Del Suelo.’” 1–9.

Jacinthe, P. A., R. Lal, and J. M. Kimble. 2002. “Carbon Dioxide Evolution in Runoff from Simulated Rainfall on Long-Term No-till and Plowed Soils in Southwestern Ohio.” *Soil and Tillage Research* 66(1):23–33.

Lal, R. 2005. “Soil Erosion and Carbon Dynamics.” *Soil and Tillage Research* 81(2):137–42.

Lugato, Emanuele, Keith Paustian, Panos Panagos, Arwyn Jones, and Pasquale Borrelli. 2016. “Quantifying the Erosion Effect on Current Carbon Budget of European Agricultural Soils at High Spatial Resolution.” *Global Change Biology* 22(5):1976–84.

SEMARNAT. 2013. *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010*.

Wang, X., E. L. H. Cammeraat, P. Romeijn, and K. Kalbitz. 2014. “Soil Organic Carbon Redistribution by Water Erosion - The Role of CO 2 Emissions for the Carbon Budget.” *PLoS ONE* 9(5). Retrieved (http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84900431108&partnerID=40&md5=69c070186deaf97cbe85cff16898f738).

PRECIPITACIÓN RECONSTRUIDA PRIMAVERA-VERANO CON ANILLOS DE CRECIMIENTO EN BOSQUES TEMPLADOS DEL SUROESTE DEL ESTADO DE DURANGO.

Sergio Rosales Mata [a], José Villanueva Díaz[b], Julián Cerano Paredes[b], José Luis García Pérez[c], José Ángel Sigala Rodríguez [a].

[a] Centro de Investigación Regional Norte-Centro-INIFAP; Durango, Durango, México.
[b]INIFAP CENID-RASPA, Km 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango, México.
[c] Centro de Investigación Regional Norte-Centro-INIFAP; Aldama, Chihuahua, México
correo: rosales.sergio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Actualmente el cambio climático es un fenómeno que preocupa a la sociedad, debido al incremento del CO_2 y la modificación de variables meteorológicas como precipitación y temperatura, situación que impacta las actividades productivas y afecta la estabilidad de los ecosistemas (IPCC, 2014). Estas fuentes de información meteorológica a la vez se utilizan para estudiar los cambios del clima global a través del tiempo y predicciones sobre su posible comportamiento a futuro; Sin embargo dichos estos datos proceden de registros climáticos muy cortos, de pobre calidad, representatividad y en muchos casos inconsistentes. Por tal razón, es necesario el uso de herramientas alternativas que describan con mayor precisión la ocurrencia en el tiempo de estos fenómenos climáticos (Méndez *et al*., 2008).

Desde hace más de una década para el norte de México se ha desarrollado una red dendrocronológica, la cual, actualmente es cercana a 200 cronologías. Esta red se integra de diversas especies de coníferas, las cuales se caracterizan por sus anillos de crecimiento bien diferenciados lo que facilita el desarrollo de series de crecimiento de madera temprana, tardía y de anillo total, las cuales son esenciales para realizar este tipo de estudios (Villanueva *et al*., 2011).

La cuenca alta del Río San Pedro Mezquital genera el agua que fluye por el cauce principal de este río y desemboca en Marismas Nacionales. La comprensión de los efectos de la variabilidad de la precipitación es importante para la gestión de los recursos hídricos, que requiere de un conocimiento detallado y fiable de las condiciones hidroclimáticas a nivel interanual y multianual. La presencia de bosques de coníferas en esta región de Durango, le hacen ideal para realizar reconstrucciones dendroclimáticas (Villanueva *et al.,* 2014).

Con base a lo anterior el objetivo del presente trabajo fue realizar una reconstrucción de la precipitación para el suroeste de Durango con base en series de tiempo dendrocronológicas de

diversas especies de pino (*Pinus durangensis, Pinus engelmannii* y *Pinus leiophylla)* de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Ejido Adolfo Ruiz Cortines, localizado en la región suroeste del estado de Durango, dentro de la Sierra Madre Occidental a 110 km de la ciudad de Durango, su acceso se ubica por la carretera Durango-Mazatlán, ocupando una superficie de 4223.86 ha, de las cuales se utilizaron 339 ha para el presente estudio. Geográficamente se localiza entre los 23° 41' y los 23° 45' de latitud Norte y entre los 105° 14' y los 105° 19' de longitud Oeste, con una altitud promedio de 2740 m.

El sistema de muestreo que se empleó en la toma de núcleos o virutas para reconstrucción de la precipitación, fue selectivo, es decir, en el sitio de estudio se seleccionaron especímenes con características fenotípicas que permitieran cumplir con los objetivos planteados en el estudio, arbolado lo más longevo posible. La obtención de núcleos de crecimiento de las especies arbóreas seleccionadas con fines dendroclimáticos, se realizó con árboles maduros (80%) y jóvenes (20%); situación que permite captar la mayor extensión de crecimientos y facilitar el fechado de los años más recientes (Fritts, 1976).

Los núcleos de crecimiento se extrajeron con ayuda de un taladro de Pressler de 5 y 12 mm de diámetro interno. El proceso para obtener la viruta de un árbol en este caso fue seleccionar una parte sana y sólida en la sección del tronco, aproximadamente a los 0.30 m de altura. Las muestras se fecharon y midieron en el laboratorio de Dendrocronología del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Gómez Palacio, Durango, y con el apoyo de un estereomicroscopio trinocular de alta resolución, los anillos se contaron y fecharon al año exacto de su formación, mediante el uso de técnicas dendrocronológicas estándar (Stokes y Smiley, 1968).

Una vez fechadas las muestras, en anillo anual (RW, siglas en inglés) se seccionó en dos bandas de crecimiento, la madera temprana (EW, siglas en inglés) de células claras y grandes, y madera tardía (LW, siglas en inglés) con células obscuras y pequeñas. Las bandas de crecimiento, se midieron individualmente con un sistema de medición VELMEX® con precisión de 0.001 mm. El cofechado, calidad de la respuesta climática y exactitud de la medición de cada anillo, se verificó con el programa COFECHA® que correlaciona períodos de 50 años con traslape entre períodos de 25 años (Grissino-Mayer, 2001). Las tendencias biológicas (competencia, liberación) y geométricas (área de fuste se incrementa con la edad) no

relacionadas con clima, se removieron con el programa ARSTAN® con lo que se generó series estandarizadas de índice de anillo, madera temprana y tardía produciendo tres versiones, cronología Estándar, Residual y Arstan (Fritts, 1976).

La influencia del clima en el crecimiento estacional de las especies utilizadas se determinó empleando los datos climáticos del Extractor Rápido de Información Climática (ERIC 3.2) (IMTA, 2009), para ello se seleccionaron las estaciones climáticas más cercanas al área de estudio así se desarrolló una función de respuesta entre el índice de ancho de anillo y la precipitación. La relación entre las cronologías y datos de precipitación, se obtuvo mediante análisis de correlación en el programa Microsoft Excel®. De esta manera, se definieron los meses o el período estacional en el cual estadísticamente se encontró la mayor correlación. Una vez definido este periodo, se generó un modelo lineal entre los datos observados de precipitación y el índice de ancho de anillo, mediante el uso del programa Microsoft Excel®. Con el modelo se reconstruyó la precipitación del período que cubren las estaciones climáticas, se realizó una calibración entre la cronología y los registros de precipitación y posteriormente una verificación (Fritts, 1991). El modelo de transferencia generado se utilizó para desarrollar la reconstrucción de precipitación en la longitud total de la cronología.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio de una población inicial de 45 árboles muestreados y 90 núcleos de crecimiento disponibles, se fecharon un total de 77 radios se desarrollo la serie dendrocronológica, el resto de muestras se descarto por presentar problemas de crecimiento, debido a disturbios causados por incendios, daños de rayos, insectos u otros factores como aprovechamientos previos. La serie de anillo total se extendió de 1927 a 2014 (88 años de longitud). Lo anterior sugiere que el área de estudio tiene arbolado joven debido al aprovechamiento forestal del sitio, en comparación con otras poblaciones del norte de México, donde se han encontrado individuos que superan los 400 años (Constante *et al*., 2010).

Los parámetros dendrocronológicos procedentes de los programas COFECHA® y ARSTAN® indican que las muestras tiene alto potencial dendrocronológico, como lo indica la correlación positiva y significativa entre series de r^2=0.615 ($p<0.05$). Este parametro no es limitante para la reconstrucción de variables climáticas, como la precipitación ya que la cronología fue similar y en algunos casos superó lo reportado para otras reconstrucciones dendroclimáticas en el norte de México (Villanueva *et al*., 2014).

Los análisis de correlación de la función de respuesta entre el índice de ancho de anillo y la precipitación a partir de los registros de tres estaciones climáticas (Charco Verde, Llano Grande y Santa Bárbara) tomadas del ERIC indicaron que el mejor periodo se presentó de 1954 a 1990; además, estas estaciones climáticas tuvieron una asociación positiva con la serie dendrocronológica estándar de anillo total en el período febrero-septiembre del año actual de crecimiento, se relaciona significativamente (r^2= 0.70, p<0.01) con el índice de ancho de anillo RWI. La mayor correlación entre el índice de ancho de anillo con el período de lluvia febrero-septiembre, indica potencial para reconstruir la variabilidad de la lluvia estacional primavera-verano de los últimos 88 años. Esta correlación de 0.70, implica que el crecimiento de la banda de madera temprana, explica el 49% de la variación en la precipitación que ocurrió en el período febrero-septiembre del periodo bajo estudio.

El tiempo de registros disponibles (1954-1990) se dividió en dos sub-períodos, uno para calibración (1954-1972) y otro para verificación (1973-1990); ambos sub-períodos fueron significativos para diversas pruebas estadísticas (prueba de "t", reducción del error, prueba de signos, primera diferencia mínima, correlación), se utilizó el período total de datos disponibles (1954-1990) con lo que se generó la ecuación de regresión para la reconstrucción de los datos de precipitación estacional (Cuadro 1, Cuadro 2)

Cuadro 1. Parámetros estadísticos del modelo lineal generado para la reconstrucción estacional de precipitación invierno–primavera-principio de verano (febrero-septiembre)

Período	R^2	Coeficiente	Error Estándar	Prueba de "t"	Probabilidad
1954-1990	0.50	96.05533478	93.137	1.031	0.310
		536.8236152	92.866	5.781	1.659E-06

Cuadro 2. Análisis de varianza del modelo de reconstrucción

Variable	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F valor	Probabilidad
Regresión	221265.901	1	221265.901	33.4158643	1.65978E-06
Residual	225133.803	34	6621.582		
Total	446399.705	35			

La ecuación de regresión lineal generada con fines de reconstrucción fue la siguiente:

$$Y_i = 96.05533478 + 536.8236152 * X_i$$

Donde:

Y_i = Valor reconstruido de precipitación estacional para un año determinado

X_i = Índice de ancho de anillo de la cronología residual (RW)

96.05533478= valor del intercepto ($ß_0$)

536.8236152= valor de la pendiente ($ß_1$)

Los resultados del análisis calibración-verificación indicaron que tanto el período de calibración como el de verificación cumplieron con las diversas pruebas estadísticas involucradas, considerando válido para reconstruir la precipitación en el periodo total de la serie dendrocronológica (1927-2014) para la región de (Cuadro 3).

Cuadro 3. Pruebas estadísticas del modelo de la reconstrucción de precipitación

Modelo	Período	Correlación Pearson[1]	Reducción del Error[2]	T-value[3]	Producto de signos[4]	Primera diferencia significativa[5]
Calibración	1954-1972	0.657*	0.138	2.708*	8	5
Verificación	1973-1990	0.722*	0.621*	3.005*	1*	2*

*significativo, ($p<0.05$)

La precipitación reconstruida se extendió de 1927 a 2014 (88 años), donde se observa la presencia de sequías recurrentes, entre las cuales las más intensas y prolongadas se determinaron para los períodos 1930-1936, 1950-1953, 1956-1957, 1960, 1965, 1971-1972, 1974-1976, 1979-1982, 1986, 1988-1989, 1991, 1995-1996, 1999-2000, 2008 y la más reciente del 2011 al 2014 ; donde los años con sequía extrema ocurrieron en 1957, 1978, 1980, 1982, 2011, 2012 y 2013. Los períodos húmedos fueron menos frecuentes, de menor extensión, presentándose los años extremadamente húmedos en 1968, 1970 y 2004 (Figura 1).

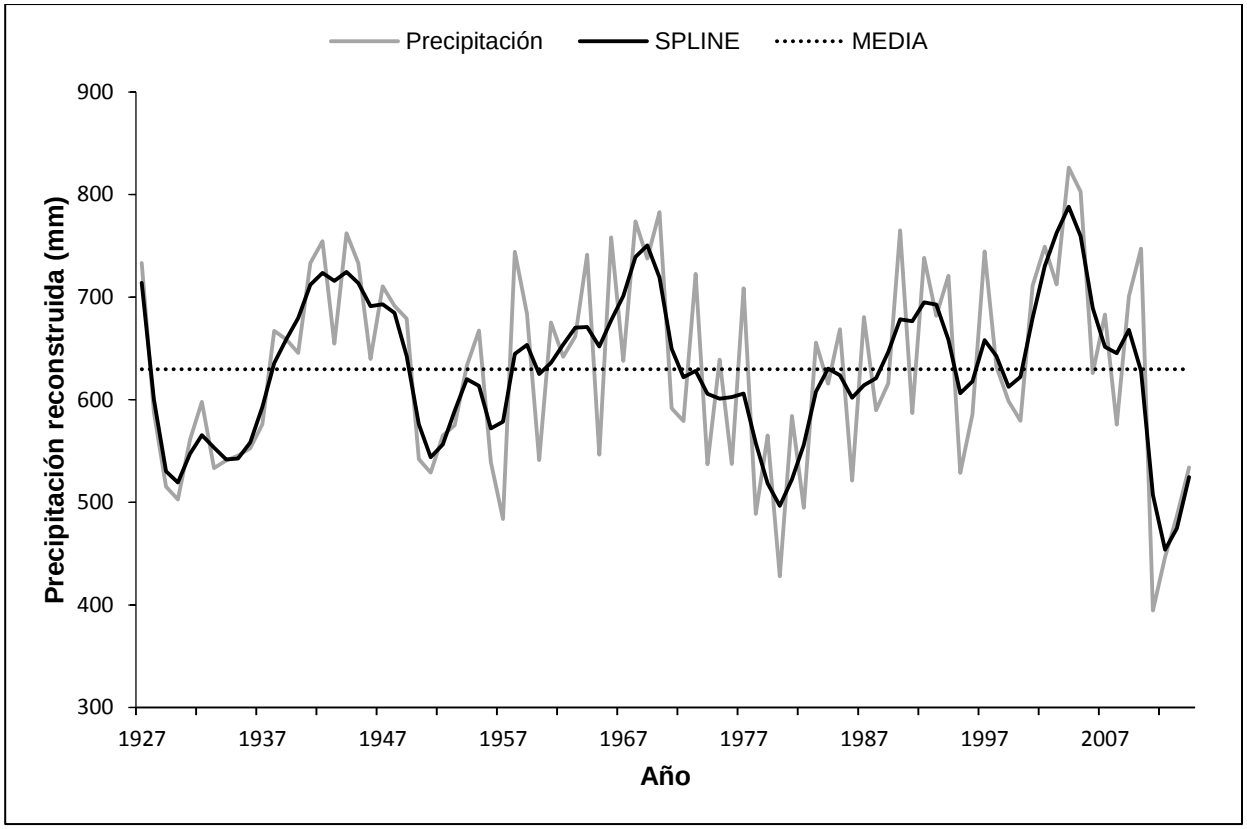


Figura 1. Precipitación reconstruida febrero-septiembre para el Ejido Adolfo Ruiz Cortines, Pueblo Nuevo, Durango.

Información procedente de archivos históricos y reconstrucciones dendroclimáticas, indican la presencia de sequías en gran parte de los períodos detectados para esta reconstrucción. Las intensas sequías del decenio de 1950 y mediados de 1960 (1950-1965), fueron eventos de sequía que impactaron severamente a la región Norte del país, y gran parte del suroeste de los Estados Unidos de América (Florescano y Swam, 1995).

Las sequías de las últimas décadas como las ocurridas de 1970 a 1982, 1994 a 1996, 1998 a 2000 y 2007 a 2013 se tienen documentadas con registros climáticos instrumentales, cabe mencionar, que la red dendroclimática disponible para el norte de México, también reporta estos años, particularmente los años 2011 y 2012, donde la sequías se presentó en varios estados del norte del país, viéndose seriamente afectada la producción agrícola y pecuaria (Giner *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

El modelo estadístico desarrollado entre la serie de crecimiento de anillo total en su versión residual y la precipitación estacional febrero-septiembre, mostraron una correlación significativa

(r=0.70; p<0.05); situación que permitió generar un modelo lineal con fines de reconstrucción de variables climáticas.

El potencial dendrocronológico de las especies arbóreas estudiadas constituye información de utilidad para expandir en tiempo y espacio este tipo de estudios, los cuales son de gran importancia para un manejo sustentable de los recursos hídricos, de los cuales dependen poblaciones ubicadas en el estado de Durango y en la costa del Pacífico.

BIBLIOGRAFIA

Constante G, V., J. Villanueva D., J. Cerano P. y J. Estrada A. 2010. Parámetros para definir el potencial dendrocronológico. Folleto Técnico No. 19. INIFAP CENID RASPA. Gómez Palacio, Dgo. 40 p.

Florescano, E., y Swan, S. 1995. *Breve historia de la sequía en México*. Universidad Veracruzana Dirección Editorial.

Fritts, H.C. 1976. Tree rings and climate. Academic Press. London. 567 p.

Fritts, H.C. 1991. Reconstructing large-scale climatic patterns from tree-ring data. University of Arizona Press. Tucson, Az. 277 p.

Giner, R.A., L.C. Fierro y L.F. Negrete. 2011. Análisis de la problemática de la sequía 2011-2012 y sus efectos en la ganadería y agricultura de temporal. CONAZA, Saltillo, Coahuila. 12 p.

Grissino-Mayer, H.D. 2001. Evaluating cross dating, accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA. Tree-Ring Research 57(2): 205-221.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 2009. Extractor Rápido de Información Climatológica III (ERIC). Software. Jiutepec, Mor., México. s/p.

IPCC. 2014. Climate change: mitigation of climate change. IPCC working group III contributions to AR5.

Méndez, J., J. J. Návar y V. González. 2008. Análisis de tendencias de precipitación (1920-2004) en México. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 65:38-55.

Stokes, M. A. y T. L. Smiley.1968. An Introduction to Tree-Ring Dating. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 73 p.

Villanueva Díaz, J., J. Cerano P., D. W. Stahle, B. H. Luckman, M.D. Therrell, M.K. Cleaveland y P.Z. Fulé. 2011. La dendrocronología y reconstrucciones paleoclimáticas en el norte-centro de México, In: M. Caballero, B. Ortega G. (Compiladoras), Escenarios de cambio climático: Registros del Cuaternario en América Latina I. UNAM, Instituto de Geofísica, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial. México, D.F. Pp. 47-72.

Villanueva Díaz, J., J. Cerano P., S. Rosales M., J. C. Arocena L., D.W. Stahle., J. A. Ruiz C., y A. R. Martínez S. 2014. Variabilidad hidroclimática reconstruida con anillos de árboles para la cuenca alta del Río Mezquital, Durango. Revista mexicana de ciencias agrícolas, (10), 1897-1912.

DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PLANTA FORESTAL EN EL ESTADO DE DURANGO

José Ángel Sigala Rodríguez[1]*, Homero Sarmiento López[1], Erickson Basave Villalobos[1], Sergio Rosales Mata[1], José Luis García Pérez[2]

[1] INIFAP-Campo Experimental Valle de Guadiana. Carr. Durango-El Mezquital km 4.5 Durango, Dgo. México. C. P. 34170. [2] INIFAP-Sitio Experimental Campana-Madera, Carr. Chihuahua-Ojinaga km 33. Cd. Aldama, Chih., México, C.P. 32910
*sigala.jose@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La propagación de especies forestales bajo condiciones protegidas se realiza cuando el bosque no es capaz de regenerarse por sí solo, se quiere aumentar la productividad del mismo o cuando es necesario restaurar áreas degradadas (Pimentel, 2009). El vivero forestal es el espacio donde las plantas reciben los cuidados óptimos, desde su germinación hasta su desarrollo y finalización, con el objetivo de tener mayor probabilidad de sobrevivencia y crecimiento en el sitio de plantación.

En México, el establecimiento de plantaciones forestales ha tenido un fuerte impulso bajo diferentes programas; no obstante, la plantación se realiza comúnmente en ambientes con suelos pobres y baja disponibilidad de humedad. Por esta razón, es necesario utilizar las mejores tecnologías para la producción de planta con los atributos morfo-fisiológicos idóneos para cumplir con el objetivo de la plantación, considerando las condiciones ambientales específicas del sitio (Rueda *et al.*, 2012; Prieto *et al*., 2009a)

En el estado de Durango, durante el periodo 1993-2011 se produjeron más de 144 millones de plantas, lo que ha permitido reforestar cerca 83,000 ha, a densidades de 1,200 árboles ha, en promedio (SEMARNAT, 2011a; SEMARNAT, 2011b). A partir de entonces, la producción de planta ha incrementado significativamente; por ejemplo, para el ciclo 2011-2012, Prieto *et al*. (2012) reportan que se produjeron más de 12 millones de plantas del género *Pinus*. Sin embargo, son pocos los viveros forestales en el estado que producen planta con las características de calidad adecuadas, principalmente porque se descuida la combinación óptima de técnicas e insumos, tanto desde el punto de vista técnico como económico, lo que se traduce en ineficiencias del sistema productivo (Prieto *et al.*, 2009b)

El objetivo del presente trabajo fue realizar un diagnóstico de los sistemas de producción utilizados de planta en los viveros forestales, para detectar deficiencias y realizar propuestas que contribuyan en la mejora de los métodos y procesos para producir planta forestal en la entidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñaron y aplicaron encuestas a los responsables técnicos de los principales viveros forestales del estado de Durango, las cuales contenían preguntas relacionadas con las especies, los sustratos, envases, sistemas de riego, plagas y enfermedades, entre otras generalidades. La mayor parte de los viveros encuestados (ocho) se ubican en el municipio de Durango, cuatro en Santiago Papasquiaro y el resto en los municipios de Pueblo Nuevo, Guanaceví, Nazas y San Dimas (Figura 1). Con la información recabada se realizó un análisis FODA, para detectar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de los sistemas de producción de planta forestal en el estado y definir estrategias de mejora.

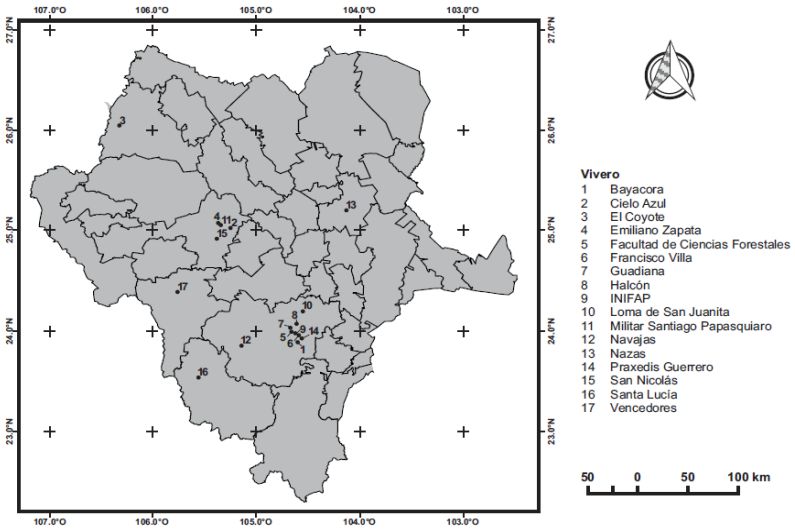


Figura 1. Ubicación geográfica de los principales viveros forestales en el estado de Durango.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los viveros forestales en Durango suman una capacidad de producción mayor a 23 millones de plantas, aunque tan sólo en tres viveros se acumula más del 50 % de la producción. Dos viveros, Praxedis Gerrero (estatal) y Francisco Villa (particular), son los de mayor capacidad, entre ambos suman 11.5 millones de plantas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Superficie y capacidad de producción, y tipo de propiedad de los viveros forestales del estado de Durango.

Vivero	Propiedad	Superficie total (ha)	Superficie ocupada(ha)	Capacidad instalada (plantas)	Producción en el ciclo 2013-2014
Bayacora	Particular	0.90	0.25	500,000	350,000
CieloAzul	Particular	0.50	0.40	1,300,000	900,000
ElCoyote	Particular	2.50	1.00	450,000	300,000
Facultad de Ciencias Forestales-UJED	Estatal	3.00	0.56	800,000	475,000
Francisco Villa	Particular	1.00	1.00	5,500,000	5,000,000
Gral. Emiliano Zapata	Asociación civil	4.00	3.50	1,000,000	432,000
Guadiana-CONAFOR*	Federal	1.00	0.75	750,000	330,000
Halcón	Particular	10.00	1.50	1,000,000	700,000
INIFAP	Federal	1.20	0.50	400,000	200,000
Loma de San Juanita	Asociación civil	2.13	0.37	700,000	466,000
Militar Santiago Papasquiaro	Federal	3.00	2.50	2,500,000	2,500,000
Navajas	Asociación civil	1.00	1.00	250,000	150,000
Nazas	Asociación civil	2.00	0.25	200,000	100,000
Praxedis Guerrero	Estatal	19.00	12.00	6,000,000	6,000,000
San Nicolás	Asociación civil	1.25	0.24	1,000,000	700,000
Santa Lucía	Particular	0.50	0.50	146,000	146,000
Vencedores	Asociación civil	1.00	0.80	1,200,000	1,200,000
Promedio		**3.20**	**1.60**	**1,393,882**	**1,173,471**
Total		**54.0**	**27.1**	**23,696,000**	**19,949,000**

* Vivero activo hasta 2014. Fuente: Datos recabados en encuestas.

La Norma Oficial Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2014 (Secretaría de Economía, 2014) para la certificación y operación de viveros forestales, especifica que es aplicable para viveros con una capacidad de producción mínima anual de 250,000 plantas. Los viveros que no cumplen con esta limitante son el vivero Nazas, con capacidad de 200,000 plantas de *Prosopis glandulosa* y el vivero Santa Lucía con 146,000 plantas, que cultiva *Pinus cooperi*, *Pinus durangensis*, *Pinus douglasiana* y *Pinus michoacana*.

Especies producidas. En el ciclo 2013-2014, se cuantificó una producción acumulada entre los 17 viveros de alrededor de 19.9 millones de plantas de varias especies, entre las que destacan *Pinus engelmannii* (53.4%), *P. cembroides* (17.9%), *P. cooperi* (9.7%), *P. durangensis* (5.6%), *P. greggii* (5.0%) y *P. arizonica* (3.2%), así como otras en menor escala (5.2%), tales como *Pinus michoacana*, *P. ayacahuite*, *P. douglasiana*, *Picea chihuahuana*, *Prosopis* spp. y *Pseudotsuga* spp. En los viveros forestales del estado, el germoplasma utilizado proviene principalmente de áreas semilleras y rodales naturales; así mismo, existen proveedores que comercializan la semilla o bien las unidades de manejo forestal tienen identificadas áreas de colecta para sus propios viveros.

Sustratos. La turba de musgo o *Peat Moss* sigue siendo uno de los componentes mayormente utilizados para la preparación de sustratos, con proporciones que van de 20 a 60%. Por otra parte, ha crecido el uso de la corteza de pino composteada; en 2009, sólo dos viveros usaban este componente, en cambio actualmente se emplea en 13 de los viveros estudiados, cuya proporción varía de 20 al 70%. Se distinguen cinco mezclas en común que se utilizan para la producción de planta. En todas prevalece en alguna proporción el *Peat-moss*, aunque en dos de ellas la corteza es el principal componente; por otro lado, la perlita y vermiculita son componentes invariablemente secundarios pero que siguen apareciendo en cuatro de las cinco mezclas identificadas (Figura 2).

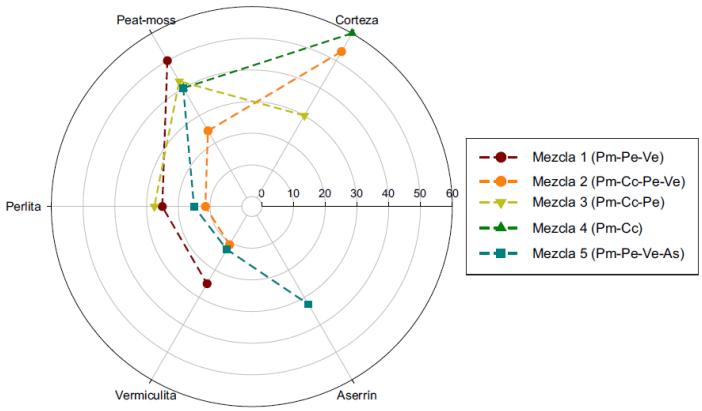


Figura 2. Proporciones promedio de los componentes en las cinco mezclas de sustratos utilizadas en los viveros forestales de Durango.

En México, trabajos de investigación recientes como el de Hernández *et al*. (2014) han demostrado que la corteza de pino composteada y el aserrín presentan buenas características físico-químicas para ser utilizados en la producción de planta de pino. En Durango, Prieto *et al*. (2013) también obtuvieron buena calidad de planta de mezquite, utilizando corteza como el componente base de la mezcla de sustrato.

Envases. La charola de 77 cavidades es la que se utiliza en la mayoría de los viveros (13 viveros), de los cuales (ocho viveros) utilizan envases como el tubete individual de plástico rígido (190 mL) o la charola de plástico compacta de 54 cavidades; asimismo, la bolsa de polietileno aun es utilizada en una menor proporción en cuatro viveros (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de los envases utilizados en los viveros forestales de Durango

Tipo de envase	Cavidades por charola	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen (mL)
Charola de poliestireno	77 (7x11)	4.3	15.3	170
Tubete individual de plástico rígido	98 (7x14)	3.8	19	180
Charola compacta	54 (6x9)	4.5	13.5	190
Bolsas de polietileno				950

Sistemas de riego. El sistema de riego más común es por aspersores fijos y semifijos los cuales se utilizan en 14 viveros, ocho viveros también realizan los riegos manualmente. En tres viveros tienen sistema de riego automatizado o robot. El abastecimiento de agua en los viveros es procedente de pozos, ríos o arroyos, presas y manantiales. Adicionalmente, únicamente seis viveros realizan análisis químico del agua para detectar la presencia de metales pesados, nitratos, sulfatos y otros, tres viveros realizan análisis físico; el análisis lo realizan por lo menos una vez al año.

Fertilizantes. En los viveros del estado, se ha generalizado el uso de fertilizantes hidrosolubles comerciales de acuerdo a las etapas de crecimiento de las plantas, que son suministrados a través del riego. En la etapa de establecimiento, se aplica el fertilizante iniciador (7-40-17) a razón de 0.5 a 2 g L^{-1} de agua; en la segunda etapa (crecimiento rápido), el fertilizante mayormente aplicado es de desarrollo con la formulación 20-9-19 (N-P-K) a razón de 0.5 a 2 g L^{-1} de agua; por último en la etapa de preacondicionamiento, se aplica el fertilizante el finalizador (4-25-35) con dosis que van de 0.5 a 3 g L^{-1} de agua. Otra fuente de nutrientes para las plantas es el fertilizante de liberación controlada agregado durante la preparación del sustrato, el cual se mezcla al inicio de cada producción a razones de 3 a 5 kg m-3 de sustrato.

Cuadro 3. Principales tipos de fertilizantes utilizados en los viveros forestales de Durango.

Fertilizante	% de Nitrógeno	% de Fósforo (P_2O_5)	% de Potasio (K_2O)
Iniciador	7	40	17
Desarrollo tipo 1	20	10	20
Desarrollo tipo 2	20	7	17
Finalizador	4	25	35
FLC*tipo 1	17	17	17
FLC* tipo 2	18	6	12

*Fertilizante de liberación controlada. Fuente: Datos recabados de encuestas.

Plagas y enfermedades. La enfermedad más frecuente reportada es el *Damping-off* o mal de almácigos que se propaga por el exceso de humedad y calor en el interior de los viveros y su incidencia incrementa en la etapa de establecimiento. La mosca fungosa (*Bradysia* spp.) es

reportada por la mayoría de los viveristas como la plaga que afecta las producciones y que puede llegar a representar un riesgo latente en los viveros así mismo, otras plagas de menor impacto pero que no dejan de ser importantes son los pulgones o áfidos y roedores.

Análisis FODA

El análisis FODA provee información relacionada con las condiciones internas y externas en torno a un sistema, tomando en cuenta varios factores, que se pueden clasificar como buenos, malos, positivos, negativos, en función de cómo sean evaluados (Flores, 2005). Con base en las encuestas realizadas, se identificaron las siguientes Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) en los viveros forestales:

Cuadro 4. Análisis FODA de los viveros forestales del estado de Durango.

Fortalezas	**Debilidades**
Infraestructura adecuada para un buen desarrollo de las plantas.	La capacidad instalada de los viveros es insuficiente para producir grandes cantidades de planta.
Buena ubicación de los viveros para la producción de planta.	Escasez de insumos y precios elevados de los mismos.
Los viveristas tienen amplia experiencia en producción de planta.	Mala planeación y ejecución de la producción en su conjunto.
Generalmente la planta que se produce en los viveros cumple con los indicadores de calidad especificados en los convenios.	Escaso desarrollo e innovación tecnológica dentro de los sistemas de producción.
Oportunidades	**Amenazas**
Oportunidad de financiamiento por instituciones gubernamentales como la CONAFOR.	Desarrollo de plagas y enfermedades, así como afectación por variaciones climáticas extremas.
Disponibilidad de mano de obra en los viveros, debido a la ubicación cercana a lugares poblados.	Variación en la demanda de planta y en la asignación de metas de producción debido a reajustes en los presupuestos gubernamentales.
Acceso a capacitación en temas de producción de planta por instituciones como CONAFOR e INIFAP	Escasez y mala calidad del agua de riego.
Oportunidad de acceder a la certificación de la operación de los viveros	Excesiva normatividad en la producción de planta forestal.

CONCLUSIONES

Con base en el análisis FODA, se proponen algunas estrategias de mejora:

La mayoría de los viveros tienen una parte de su superficie desocupada, por lo que es posible ampliar la capacidad instalada para acceder a asignaciones de mayores metas de producción y

que estas sean constantes para satisfacer demandas a gran escala. Es importante tener acceso a nuevos créditos o fondos públicos para equipamiento y mejoramiento de la infraestructura.

Los viveristas tienen amplia experiencia en producción de planta y buena disposición para ampliar su conocimiento; por ello, es posible incrementar sus capacidades técnicas con temas especializados. Asimismo, las instituciones de investigación, dependencias financieras y viveristas deben colaborar para el desarrollo y validación de nuevas tecnologías o procesos, que sean de bajo costo y que den solución a los principales problemas o amenazas detectadas.

Una estrategia importante es que los viveros sean certificados por la norma mexicana NMX-AA-170-SCFI-2014, a fin de estandarizar procesos y llevar una adecuada planeación para tener acceso a financiamientos y asignación de metas de producción.

BIBLIOGRAFIA

Flores V., R. 2005. Competitividad de la cadena productiva de madera aserrada en México: el caso de la región Chignahuapan-Zacatlán, Puebla. Tesis de doctorado. UACH, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales, y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Chapingo, Texcoco, Estado de México. 139 p.

Hernández Z., L.; A. Aldrete; V. M. Ordaz C.; J. López U. y M. A. López L. 2014. Crecimiento de Pinus montezumae Lamb. en vivero influenciado por diferentes mezclas de sustratos. Agrociencia 48(6):627-637.

Pimentel B., L. 2009. Producción de árboles y arbustos de uso múltiple. 1ra edición. Grupo Mundi-prensa. México. 235 p.

Prieto R., J. A.; S. Rosales M.; J. A. Sigala R.; R. E. Madrid A. y J. M. Mejía B. 2013. Producción de Prosopis laevigata (Humb. et Bonpl ex Wild.) M. C. Johnst. con diferentes mezclas de sustrato. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 4(20):50-57.

Prieto R., J. A; J. L. García R.; J. M. Mejía B.; S. Huchín A. y J. L. Aguilar V. 2009a. Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío. Publicación especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAP. Durango, Dgo. 48 p.

Prieto R., J. A; J. A. Sigala R.; S. Pinedo L; J. L. García R.; R. E. Madrid A.; J. L. García P. y J. M. Mejía B. 2009b. Calidad de planta en los viveros forestales del estado de Durango. Publicación especial Núm. 30. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAP. Durango,Dgo. 81 p.

Rueda S, A.; J. de D. Benavides S.; J. A. Prieto R.; J. T. Sáenz R.; G. Orozco G. y A. Molina C. 2012. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Jalisco. Revista Mexicana Ciencias Forestales 3(14):70-82.

Secretaría de Economía (SE). 2014. Norma Mexicana NMXAA-170-SCFI-2014. Certificación de la Operación de Viveros Forestales. Comisión Nacional Forestal. México. 172 p.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2011a). Producción de planta para reforestación (1993-2009). En línea. Disponible en: http://aplicacuiones.semarnat.gop.mx/estdisticas/compendio2011/archivos/01_rforestales/d3_Rforesta09_05.pdf. Fecha de consulta:diciembre de 2014.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2011b). Superficie reforestada. (1993 - 2009) . En linea. Disponible en :http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2011/archivos/01_rforestales/d3_Rforesta09_06.pdf. Fecha de consulta: diciembre de 2014.

RESPUESTA DEL HENO DE MOTA (*Tillandsia recurvata* L) COMO COMPOSTA EN LA PRODUCCIÓN DE MAIZ Y PERMEABILIDAD DEL SUELO.

Gregorio Briones Sánchez[2] y Juan M. Covarrubias Ramírez[1]*

[1]C.E. Saltillo, INIFAP, [2]Depto. de Riego y Drenaje. UAAAN. *covarrubias.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El heno de mota ataca coníferas (pinos) y arbustivas (huizache y mezquite), es un problema para el Norte de México y utilizar esta especie en composta mitiga el daño, y ésta se puede utilizar como fertilizante orgánico en Chihuahua, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Coahuila, Nuevo León donde se tiene el problema de *T. recurvata*, además del Pacifico Centro, donde sólo se utilizaría como composta elaborada en los otros estados. El uso de la composta y vermicomposta de heno de mota se ha utilizado como fertilizante natural (Covarrubias-Ramírez *et al*., 2012a y Covarrubias-Ramírez *et al*., 2012b). La aportación de nitrógeno del estiércol de caprino y la composta de heno de mota a una dosis de 1 t/ha, tiene la mayor concentración de este elemento y por ende la mayor extracción nutrimental por el maíz (Espinosa, 2012). En frijol, el uso de vermicomposta de heno de mota aumentó el número de vainas en 19, en peso de vainas fue superior en 7 g, en altura fue mayor en 30 cm, en materia seca aumentó en 2.5 t ha^{-1} y en rendimiento de grano incremento en 1.2 t ha^{-1}, respecto a no utilizarla (Covarrubias Ramírez *et al.,* 2013; Pérez, 2013). El objetivo del estudio fue evaluar la respuesta de la composta elaborada a partir de heno de mota en la producción de maíz y en la permeabilidad del suelo con este mejorador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron los siguientes tratamientos: testigo sin composta, composta de heno de mota a 1 t/ha, composta de heno de mota a 2 t/ha, composta de heno de mota a 3 t/ha y estiércol de caprino a 1 t/ha. El trabajo se estableció en el jardín hidráulico, del departamento de riego y drenaje de la UAAAN. Se evaluó bajo un diseño en bloques al azar con tres repeticiones y la parcela experimental consistió en cuatro surcos de 10 m de largo y la parcela útil en los dos surcos centrales. El suelo tuvo una textura migajón arcillosa, una densidad aparente de 1.38 t/m^3, un pH de 8.32 y una conductividad eléctrica de 0.74 dS/m Para los análisis de la permeabilidad se utilizó una manguera de riego RAM 16 con goteros de 2.47 LPH espaciados a 0.5 metros y con una presión de operación de 14 PSI colocadas a 0.3 m de profundidad; se aplicó un volumen de agua del emisor para determinar el bulbo de mojado utilizando el modelo de Keller y Bliesner, descrito por Covarrubias *et al*. (2009) para predecir la distancia vertical del frente de mojado (z) y el ancho del bulbo húmedo (w); la calidad del agua es buena (< 100

µS/m) y la permeabilidad del suelo se midió a un sustrato de 30 cm con el mejorador y el suelo con un permeámetro de carga constante. Las variables de análisis del cultivo fueron: a) rendimiento de grano y producción de biomasa, ambos en toneladas por hectárea (t/ha). La respuesta y la optimización se analizaron mediante la regresión Ridge, todos los estudios se efectuaron con el programa SAS ver 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el rendimiento de grano y producción de materia seca el estiércol de caprino a 1 t/ha tuvo la mayor producción y rendimiento, con los cual se demuestra que el heno de mota no tiene las características de competir con estiércoles (Cuadro 1).

Cuadro. 1. Efecto de mejoradores de suelo en la producción de maíz.

Tratamientos	Rendimiento Grano (t/ha)	Materia seca (t/ha)
Testigo	1.30 e	13.12 d
Composta 1 t/ha	3.41 b	18.83 b
Composta 2 t/ha	2.20 d	12.62 e
Composta 3 t/ha	2.60 c	14.72 c
Estiércol Caprino 1 t/ha	3.51 a	19.03 a

a, b, c = Tukey al 0.05

El efecto del heno de mota con el estiércol podemos observar que el estiércol de caprino y la composta de heno de mota a una dosis de 1 t/ha, tiene el mayor rendimiento de grano (Cuadro 1) con lo que podemos concluir que el estiércol de caprino es superior a la composta de heno de mota (Covarrubias-Ramírez *et al*., 2012b). La respuesta de heno de mota en forma individual se muestra en la Figura 1, donde existe una respuesta positiva a la composta; en la optimización como se trata de un máximo (Figura 2), la dosis optima de composta es 1.82 t/ha para tener un rendimiento de grano máximo de 2.95 t/ha.

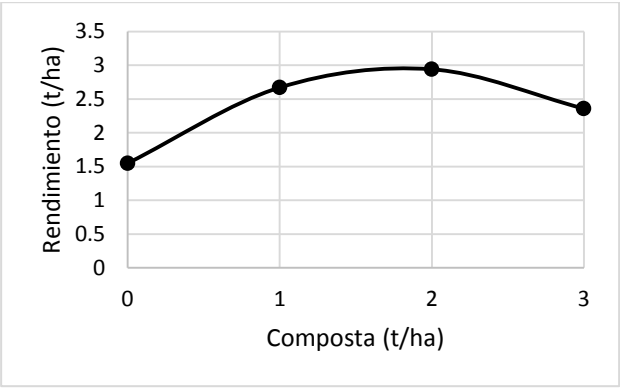


Figura 1. Respuesta del maíz en el rendimiento de grano a la aplicación de composta de heno de mota.

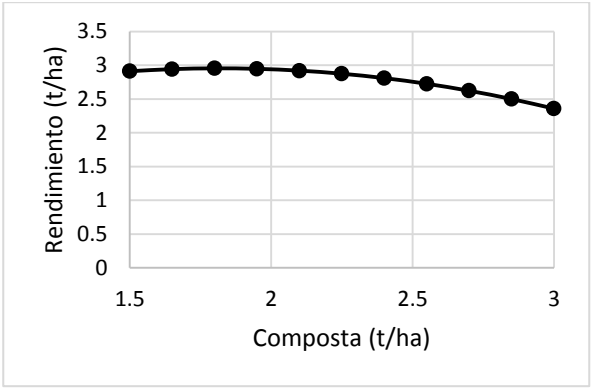


Figura 2. Optimización de la dosis de composta en el rendimiento de grano en maíz.

La respuesta de la producción de materia seca se muestra en la Figura 3, la respuesta es cuadrática y muestra una cresta positiva en los niveles de 1 a 2 t/ha de composta, el punto máximo es más visible que en el rendimiento de grano; como la respuesta cae drásticamente al aumentar la dosis de composta, la optimización de obtuvo con la respuesta al disminuir la dosis (Figura 4). La dosis optima de composta es 1.42 t/ha para tener una producción de materia seca de 15.96 t/ha. Si consideramos que la dosis optima en rendimiento de grano es 1.82 t/ha y en producción de materia seca de 1.42 t/ha, la dosis óptima para ambos será 1.5 t/ha con lo que se obtiene 2.91 t/ha de grano y 15.91 t/ha de materia seca en maíz. Cómo puede verse el uso de la superficie de respuesta y la optimización es el mejor método para determinar una dosis óptima.

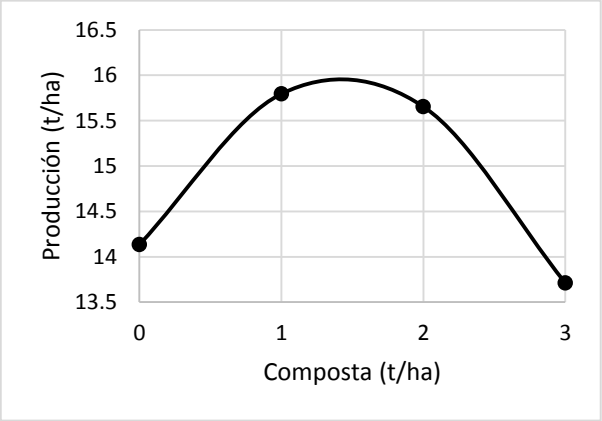


Figura 3. Respuesta del maíz en la producción de materia seca a la aplicación de composta de heno de mota.

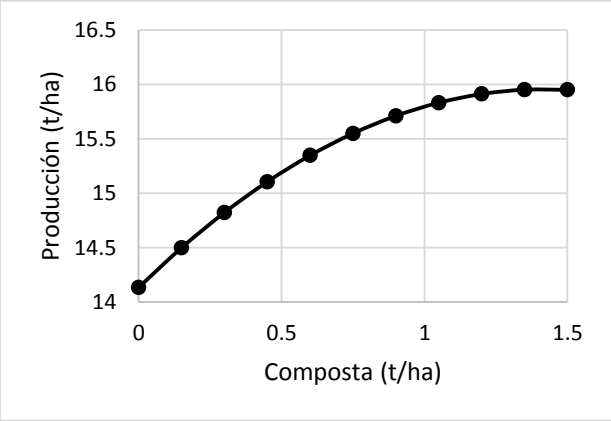


Figura 4. Optimización de la dosis de composta en la producción de materia seca en maíz.

La permeabilidad para el testigo que es el suelo tuvo un valor de 1.785 cm/h, para el suelo con estiércol de caprino fue 6.66 cm/h y para el suelo con composta de heno de mota fue 9.8 cm/ha, este valor es similar para las dosis de 1, 2 y 3 t/ha.

La estimación del avance de humedad se realizó cada hora hasta las 8 horas de riego, los valores se presentan en el cuadro 2, donde el efecto del uso de los modelos es hasta 0.5 m que es hasta donde se tiene el efecto del mejorador en el cultivo. En el testigo es mayor el movimiento horizontal (64.4 cm) respecto al estiércol caprino con 51.5 cm, a la composta a 1 t/ha de 48.2 cm, a 2 t/ha de 55.4 cm y a 57.8 cm, esto se debe a que el suelo es de textura arcillosa y tuvo más efecto la propiedad del suelo, que el uso de los mejoradores (Covarrubias Ramírez *et al*., 2012c).

Cuadro 2. Avance del frente de humedad (cm) en el bulbo de mojado en riego por goteo por el efecto del uso de mejoradores de suelo.

Tiempo	Testigo		Estiércol caprino		Composta					
(h)			1 t/ha		1 t/ha		2 t/ha		3 t/ha	
	Ancho	Prof.	Ancho	Prof.	Ancho	Prof.	Ancho	Prof.	Ancho	Prof.
1	40.7	15.0	32.6	27.3	30.1	32.5	34.62	37.38	36.12	39.00
2	47.5	23.3	37.9	42.2	35.5	50.2	40.83	57.73	42.6	60.24
3	51.9	30.1	41.5	54.5	38.8	64.9	44.62	74.64	46.56	77.88
4	55.3	36.1	44.2	65.3	41.4	77.9	47.61	89.59	49.68	93.48
5	58.1	44.6	46.4	75.2	43.5	89.5	50.03	90.30	52.2	91.40
6	60.4	46.6	48.3	84.3	45.2	100.4	51.98	105.20	54.24	102.60
7	62.5	51.4	50.0	93.0	46.8	110.6	53.82	111.40	56.16	112.80
8	64.4	55.9	51.5	101.1	48.2	120.3	55.43	122.30	57.84	125.40

En el movimiento vertical los mejoradores superan al suelo en más del doble respecto al aplicar estiércol y composta a 1, 2 y 3 t/ha respectivamente (55.9 vs 101.1, 120.3, 122.3 y 125.4 cm), por lo que, si el bulbo de agua en el suelo arcilloso es horizontal, con el uso de la composta se favores el movimiento vertical y por consecuencia mayor desarrollo de raíces (Rojas *et al*., 2014).

El modelo puede sobreestimar la profundidad del agua en el suelo, y como a partir de las 4 horas de riego el bulbo ya sobrepasa el sustrato con el mejorador de suelo, el efecto de profundidad para las dosis de 1, 2 y 3 t/ha de composta de heno de mota es similar, el efecto de la dosis sólo es diferente en las primeras cuatro horas de riego.

El uso de estos mejoradores a base de composta crean una condición adecuada para el movimiento del agua, la retención del agua, el desarrollo de raíces y para implantar la innovación del riego subterráneo con una rizósfera adecuada para la producción de los cultivos (Covarrubias-Ramírez *et al*., 2009; Covarrubias-Ramírez *et al*., 2012c y Rojas *et al*., 2014).

CONCLUSIONES

El heno de mota es una opción en rendimiento y producción de maíz cuando no se tengan compostas de estiércoles y sea difícil conseguirlas en zonas boscosas.

La dosis optima de heno de mota para rendimiento de grano y producción de materia seca es 1.5 t/ha.

La permeabilidad del suelo se incrementa a más del triple con el uso de composta de heno de mota, por lo cual es la mejor opción como sustrato incorporado al suelo.

El uso de un sustrato en la rizósfera que tenga mayor efecto residual que los estiércoles, promueve la innovación tecnológica de utilizar el riego subterráneo para lograr una mayor eficiencia en el uso del agua por los cultivos.

BIBLIOGRAFIA

Covarrubias-Ramírez, Juan Manuel, G. Briones Sánchez. y L. Rojas Peña. 2009. Análisis del riego por goteo subterráneo *In*: Preciado-Rangel, P. (ed.). Memoria del XXXIV congreso nacional de la ciencia del suelo. Torreón, Coah., México. p 91.

Covarrubias Ramírez, Juan Manuel, Dany Eduardo Vázquez Rabanales, Torres Espinosa, Mario, Sergio Braham Sabag y Jorge David Flores Flores. 2011. Evaluación de heno de mota *tillandsia recurvata* L., como sustrato para la germinación de semillas de *pinus cembroides* zucc. *In*: Madrid Aispuro, R. E.; Prieto Ruiz, J. A.; Mejía Bojorquez, J. M. y García Rodríguez, J. L. (comp). Memoria de la VI Reunión Nacional de Innovación Forestal. León, Gto. p 58

Covarrubias-Ramírez, J. M., Torres-Espinosa, L. M. y Sánchez Aspeytia, D. 2012a. Vermicomposta a partir de heno de mota (*Tillandsia recurvata* L.). *In*: Madrid Aispuro, R. E. y Prieto Ruiz, J. A. (comp). Memoria de la VII Reunión Nacional de Innovación Forestal. Querétaro, Qro. p 33.

Covarrubias-Ramírez, J. M., Torres-Espinosa, L. M. y Sánchez Aspeytia, D. 2012b. Heno de mota (*Tillandsia recurvata* L.) como composta y su efecto en la producción de maíz *In*: Cueto Wong, J. A.; Avalos Martínez; R. G. y Hernández Martínez, D. (comp). Memoria de la VII Reunión Nacional de Innovación Agrícola. Querétaro, Qro. p 167.

Covarrubias Ramírez., J. M.; Vázquez R., J. y Martínez B., O. U. 2012c. Estudio e implementación del riego subterráneo en manzano para la región de Arteaga, Coahuila. *In*: Blanco Macías, F.; Bravo Lozano, A. G.; Hernández Martínez, J.; Lara Herrera, A.; Magallanes Quintanar; R.; Méndez Gallegos, S. de J. y Valdez Cepeda, R. D. (eds). Memoria del XXXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. UAZ-SMCS. Zacatecas, Zac. 37:39-44.

Covarrubias Ramírez, Juan Manuel; Torres Espinosa, Luis Mario y Sánchez Aspeytia, David. 2013. Heno de mota (*Tillandsia recurvata* L.) como vermicomposta y su efecto en la producción de fríjol bajo fertirrigación. *In*: Cueto Wong, J. A. y Hernández Martínez, D. (comp). Memoria de la VIII Reunión Nacional de Innovación Agrícola. Veracruz, Ver. p 77.

Espinosa M., Carlos J. 2012. Respuesta del Maíz a la incorporación de composta (*Tillandsia recurvata* L) al suelo bajo acolchado plástico y riego por goteo. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buenavista, Saltillo, Coah. 38 p.

Pérez V., S. 2013. Efecto de la composta en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) flor de Mayo Saltillo. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buenavista, Saltillo, Coah. , 84 p.

Rojas Peña, L., Covarrubias Ramírez, J. M., Parga Torres, V. M. y Sánchez Chaparro, J. D. 2014. Estudio e implementación del riego subterráneo en el cultivo de nogal. Aguirre Medina, C. L.; Ramírez Pimentel, J. G y Padilla Guerrero, R. (eds.). Memoria 1er Simposio Internacional en Innovación en la Producción Agroalimentaria Sustentable. Roque, Celaya, Gto. 1:440-451.

CONTENIDO DE ARSENICO EN AGUA DE ENTRADA Y SALIDA DE LA PRESA LUIS L. LEON, CHIHUAHUA, MEXICO

C. Holguín-Licón[1], C. Chávez-Mendoza[2*], R. M. Quíntana Martínez[1], C. O. Pérez-Vega[3]

[1] Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada Km. 1. Chihuahua, Chih., México. CP 33820
[2] Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Unidad Delicias. . Avenida Cuarta Sur No. 3820, Fraccionamiento Vencedores del Desierto, Cd. Delicias Chihuahua, México. CP. 33089. E-mail: celia.chavez@ciad.mx
[3] Alumno egresado de la Facultad de Zootecnia y Ecología

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso vital que sirve para el desarrollo y sustento de la vida en el planeta, y es un recurso imprescindible para el desarrollo de las distintas actividades económicas, industriales, agrícolas, mineras y domésticas de los seres humanos.

El crecimiento demográfico es uno de los principales factores que influyen en la contaminación del agua, ya que la tecnología de saneamiento, mantenimiento, así como la calidad del agua no han crecido a la par con este factor (Sundaray *et al*., 2006; Karbassi *et al.,* 2007; Tabata *et al.,* 2007; Akoto *et al.,* 2008; Ahmad *et al.,* 2010).

La contaminación del agua por metales pesados es un tema de relevancia, debido a la tendencia de éstos a la bioacumulación, así como su alta toxicidad y mutagenicidad (CNA, 2003; Ramírez-Elías *et al.,* 2007; Rubio-Arias *et al.,* 2010). El arsénico (As) es uno de los elementos más tóxicos, su ingesta o exposición crónica provoca daños al organismo, causando problemas gastrointestinales como dolor abdominal, vómito, disminución del apetito, debilidad, diarrea y estreñimiento alterados, cáncer de pulmón, piel, vejiga y estómago (Chen et al., 1992; Pontius et al.,1994; Hopenhayn-Rich et al., 1996; WHO, 2001; Mandal y Suzuki, 2002; Rodríguez et al., 2006). Se emite de manera principal por la industria del cobre, plomo y zinc, además de la agricultura (ATSDR, 1997).

En México la disponibilidad del agua muestra una variabilidad espacial y temporal. En el norte del país y en particular en el estado de Chihuahua el agua es escasa y el recurso natural más crítico, esto es debido a su alta demanda por diferentes sectores como el doméstico, industrial y agropecuario, y por la alta presión por parte de los Estados Unidos para el cumplimiento del tratado que existe entre ambas naciones relacionado a este recurso (Rubio-Arias et al., 2012).

La presa Luis L. León se construyó en la década de los sesenta bajo la administración federal del presidente de la República Mexicana Gustavo Díaz Ordaz con el objetivo de aprovechar el agua del río Conchos y darle diferentes usos para el desarrollo de la región, además de tener

un control del agua en temporadas donde pudieran ocasionarse inundaciones. Las principales actividades que se realizan en este reservorio son la recreación, la pesca de consumo y deportiva (CNA, 1997).

El agua del Rio Conchos que es captada por esta presa ha sido analizada en diversos estudios con el propósito de identificar la calidad de su agua en términos fisicoquímicos y biológicos (Gutiérrez y Borrego, 1999) y otros trabajos han reportado contaminación por metales como el arsénico en sedimentos (Gutiérrez et al., 2009). Sin embargo, existe muy escasa información sobre la contaminación por metales pesados del agua de la presa Luis L. León, lo que deja vulnerable y con riesgo de enfermedades a la gente que vive y depende de este cuerpo de agua, debido a la contaminación de peces y alimentos que son cosechados en la región agrícola irrigada por esta misma agua (CNA, 1997).

El objetivo del presente trabajo es evaluar la concentración de los niveles de arsénico en agua de la entrada y salida de la Presa Luis L. León (El Granero) durante once meses del año y comparar el resultado con las Normas Oficiales Mexicanas de agua para diferentes usos.

METODOLOGÍA

Localización del Área de Estudio

El estudio se realizó en la Presa Luis L. León conocida como “El Granero”, localizada en el municipio de Aldama del estado de Chihuahua, México. Esta presa cuenta con una capacidad de almacenamiento de 850 millones de m^3, de los cuales 90 millones de m^3 se destinan para el azolve, 260 millones para la actividad agrícola y 500 millones para el control de avenidas. Así mismo, tiene una longitud de 330 m y una altura de 58 m.

En el estudio se utilizaron dos sitios de muestreo: sitio 1: se localizó en el punto de entrada de agua a la presa proveniente del río Conchos y sitio 2: se ubicó a la salida del agua después de la cortina de la presa (Figura 1).

Los sitios de muestreo fueron ubicados geográficamente con las siguientes coordenadas: el sitio 1 se localizó a los 28°59´07.37´´ latitud Norte y 105° 16´29.94´´ longitud Oeste a una altura de 1085 msnm y el sitio 2 a los 28°52´55.22´´ latitud Norte y 105° 18´24.83´´ longitud Oeste a una altura de 1032 msnm.

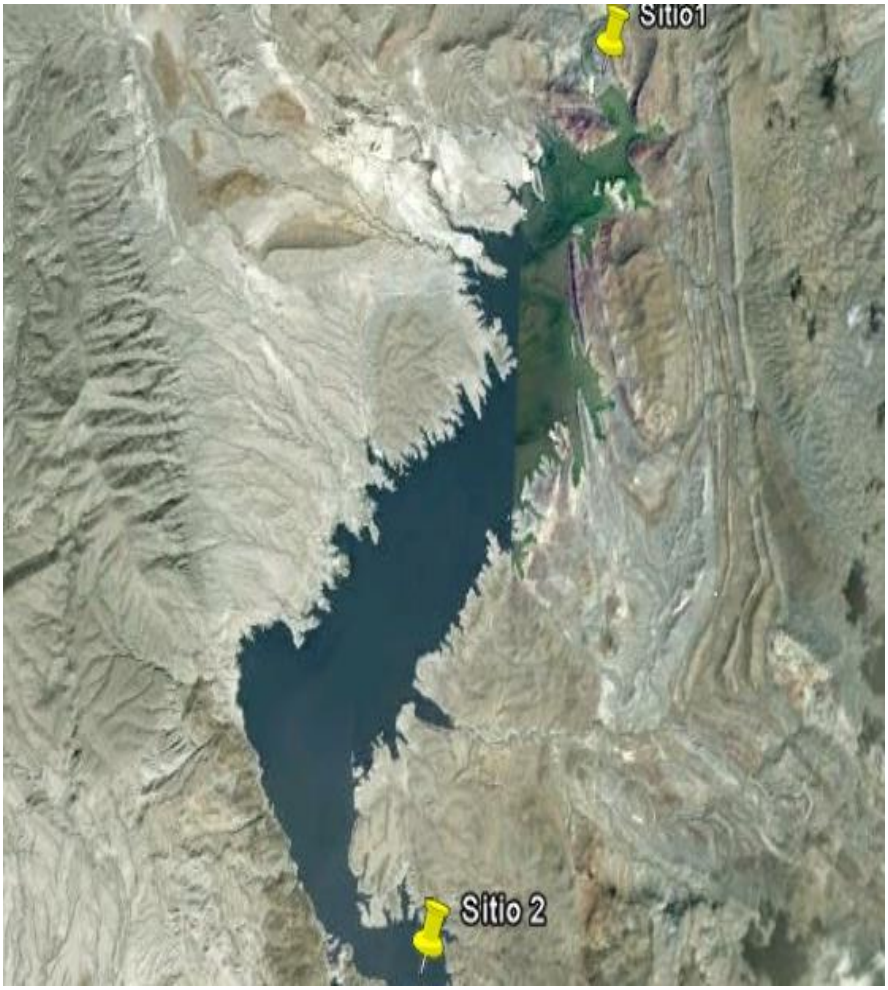


Figura 1. Ubicación geográfica de los dos sitios de muestreo en la presa Luis L. León, imagen obtenida de Google Earth 2010.

.

Obtención y Preparación de las Muestras

Para el estudio se llevaron a cabo once muestreos en el año 2012, uno cada mes excepto el mes de Marzo, se tomaron tres repeticiones para cada muestra. Las muestras se recolectaron en recipientes de polietileno, se etiquetaron y se almacenaron a 4^{o}C hasta su análisis. Todo el proceso se realizó de acuerdo con los métodos normalizados para el análisis de Aguas Potables y Residuales APHA (1992) y los correspondientes a la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-014-1980 donde se describe el procedimiento para el muestreo en cuerpos receptores.

Determinación de Arsénico.

Se determinó la presencia de arsénico en el agua, su extracción se llevó a cabo de acuerdo a la NMX-AA-051-SCFI-2001. Para la lectura del elemento se utilizó un Espectrofotómetro de

Emisión Atómica por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES) 2100 Marca Perkin-Elmer. Se obtuvo la concentración en mg/L o ppm.

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza para ver diferencias entre los sitios y meses de muestreo, los datos se analizaron con el paquete estadístico Minitab 16.1, se utilizó un nivel de significancia de 0.05. Se obtuvo un promedio general de los once muestreos realizados durante los meses del año el cual se comparó con los Límites Máximos Permisibles (LMP) de contaminación de agua establecidos por las Normas NOM-001-ECOL-1996 y la CE-CCA-001/89 para uso agrícola y pecuario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta el promedio general de la concentración de arsénico obtenido en los once muestreos de agua de la entrada y salida de la presa Luis L. León, así como los valores correspondientes a las Normas Mexicanas vigentes.

Considerando el promedio general, el análisis estadístico no mostró diferencia significativa ($p>0.05$) en la concentración de As en agua de la entrada y salida de la presa.

El agua de la entrada tuvo un promedio de 0.08 ppm de este metal, mientras que el agua de salida presentó 0.06 ppm. Como se observa en el Cuadro 1, considerando este promedio, estos resultados no excedieron los límites máximos permisibles establecidos por ninguna de las Normas utilizadas como punto de comparación, sin embargo, al analizar los resultados obtenidos por meses algunos si rebasaron la normatividad.

El contenido de As obtenido por mes tanto a la entrada como a la salida de la presa se presenta en la Figura 2.

El análisis estadístico mostro diferencia significativa ($p\leq0.05$) entre meses de muestreo.

El comportamiento del As a través de los meses reflejó fluctuaciones en ambos sitios evaluados. La mayor concentración se obtuvo en el mes de diciembre en agua de la entrada con 0.31 ppm lo cual rebasó los límites máximos permisibles establecidos en las normas mexicanas utilizadas como punto de comparación.

En general se observó un incremento en la concentración del As tanto en agua de entrada como de salida en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, cuyos resultados rebasaron la media y el límite máximo permisible establecido por una o dos de las normas analizadas. Este comportamiento puede deberse a la época de lluvias, debido a que los

escurrimientos de agua a través de la cuenca del río arrastran concentraciones de As provenientes de suelos de cultivo, geoformas o suelos contaminados (Quintana et al., 2008).

Cuadro 1. Promedio general del contenido de arsénico en agua de la entrada y salida de la presa Luis L. Leon Chihuahua México y comparación con Normas Mexicanas para diferentes usos.

Promedio general	Entrada	Salida	[1]Riego agrícola	[2]Pecuario	[2]Riego agrícola
Arsénico (ppm)	0.08	0.06	0.2	0.2	0.1

[1]NOM-001-ECOL-1996. Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales.
[2]Diferentes Usos del Agua = CE-CCA-001/89. Desarrollo Urbano y Ecología

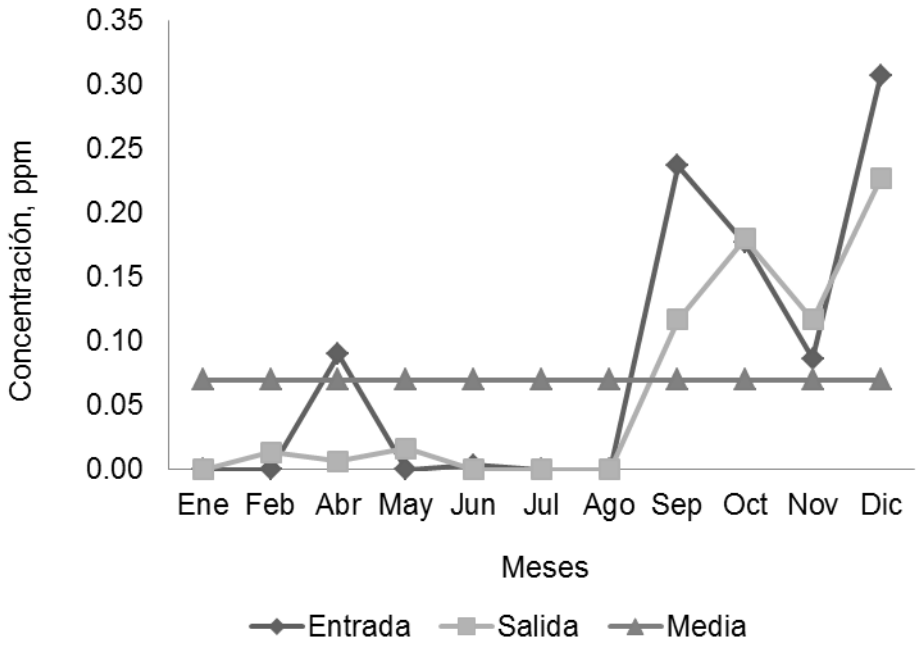


Figura 2. Contenido de arsénico en agua de entrada y salida de la presa Luis L. León en diferentes meses de muestreo

CONCLUSIONES

La concentración de arsénico del agua de la entrada de la presa Luis L. León fue mayor que la de la salida. Y esta concentración tuvo una tendencia ascendente a partir del mes de septiembre hasta diciembre. Durante estos meses el contenido de este elemento superó la normatividad vigente para riego agrícola y uso pecuario, por lo que debe tomarse precauciones para el uso del agua durante estos meses.

BIBLIOGRAFÍA

Ahmad, M. K., Islam, S., Rahman, S., Haque, M. R., Islam, M, M. 2010. Heavy metals in water, sediment and some fishes of Buriganga River, Bangladesh. Environ. Res., 4 (2): 321-332.

Akoto, O., Bruce, T. N., Darko, G. 2008. Heavi metals pollution profiles in streams serving the Owabi reservoir. African J. Environ Sci. Tech., 2 (11): 354-359.

APHA. American Public Health Association. 1992. Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. 17a Edición. Madrid, España.

ATSDR. American Public Health Association. 1997.

Chen, C., M. Wu., y T. Kuo. 1992. Cancer potential in liver, lung, blades and kidney due to ingested inorganic arsenic in drinking water.

CNA. Comisión Nacional del Agua. 1997. Programa Hidráulico de Gran Visión 1996-2020 del Estado de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua, México.

CNA, Comisión Nacional del Agua. 2003. Estadísticas del Agua en México.

Gutiérrez, M y Borrego, P. 1999. Water quality assessment of the Rio Conchos Chihuahua, Mexico. Environ. Intern. 25:573-583.

Gutiérrez, M., M. T. Alarcon-Herrera., L. M. Camacho. 2009. Geografical distribution of arsenic in sediments within the Rio Conchos Basin, Mexico. Environ. Geol, 57:929-935.

Hopenhayn-Rich, C., M.L. Biggs., A. Fuchs., R. Bergoglio., E. Tello., H. Nicolloi., y A. Smith.1989. Bladder cancer mortality associated with arsenic in drinking water in Argentina.

Karbassi, A. R., Nouri, J., Ayaz, G. O. 2007. Flocculation of trace metals during mixing of talar river water with Caspitan Seawater. Environ. Res., 1 (1), pág.: 66-73.

Mandal, B. K. y K. T. Suzuki. 2002. Arsenic around the world: a review. Atlanta 58, page: 201-235.

NOM, CE-CCA-001/89 Criterios Ecológicos de Calidad de Agua.

NOM, NMX-AA-051-SCFI-2001. Análisis de Agua - Determinación de Metales, Método Espectrofotométrico de Absorción Atómica.

NOM, NOM-001-ECOL-1996. Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales.

Pontius, F., K. Brown, y C. Chen. 1994. Health implications of arsenic in drinking water.

Rodríguez-Pineda, J. A., P. Goodell, I. Reyes, M. Ren, C. Muños, O. Hernández R. Cruz. 2006. Ciencia y Tecnología Aplicada en el Descubrimiento del Origen de la Contaminación de Agua Subterránea con Arsénico en Aldama. Chih., México. Memorias Taller Nacional Preparatorio al IV Foro Mundial del Agua. pág.: 16-22.

Quintana., Sosa., A.H. Rubio., T.S. Puga., M.G. Quintana., M. Moreno., J.J. Alcalá. 2008. Comportamiento de la contaminación por Plomo, Níquel y Vanadio en la Cuenca del Río Conchos. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales. 4 (2). pág.: 68-76.

Ramírez-Elías, M. A, Mirna Y. Sabido-Pérez, Claudia A. Aguilar-Ucan, Rosa M. Cerón-Bretón, Cesar A. de la Cruz-González, Edwin G. Argáes-Aguilar. 2007. Estudio De Metales Pesados en Sedimentos del Arroyo La Caleta, Cd. Del Carmen, Campeche.

Rubio-Arias, H., C. E. Quintana, J. Jiménez-Castro, R. Quintana y M. Gutiérrez. 2010. Contamination of the Conchos River in México: Does it pose a health risk to local residents? Int. J. Environ. Res. Public Health 7. Page: 2071-2084.

Rubio-Arias, H., M. Contreras-Caraveo,. R. M. Quintana., R. A. Saucedo-Terán., A. Pinales-Munguia. 2012. An Overall wáter quality index (WQI) for a man-made aquatic reservoir in Mexico. Int. J. Environ. Res. Public Health. 9:1687-1698.

Sundaray, S. K., Panda, U.C., Nayak, B. B., Bhatta, D. 2006. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variation in water quality of Mahanadi river-estuarine system (India). A case study. Environ. Geochem, Health, 28 (4), 2006: 317-330.

Tabata, M., A. Ghaffar, Y. Eto., J. Nishimoto y K. Yamamoto. 2007. Distribution of Heavy Metals in Intestinal Water and Sediments at Different Sites in Ariake Bay, Japan. Official Publication of the European Wáter Association. Alemania.

WHO, World Health Organization. 2001. Arsenic and Arsenic Componunds, Environmental Health Criteria 224 Library Cataloguing-in-Publication Data. World Health Organization. Génova, Italia.

EFECTO DE LA COSTRA BIOLÓGICA EN LA INFILTRACIÓN DE AGUA EN UN SITIO DOMINADO POR MATORRAL AL NORESTE DE DURANGO.

Edmundo Castellanos Pérez[1], Ulises N. Gutiérrez Guzmán, Amaury Esquivel Romo, J. Santos Serrato Corona, J. Roberto Soto González, J. Mateo Name Castillo

Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, [1]
ecastellmx@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Donde la precipitación es escasa y errática, la cosecha de agua en el suelo es de suma importancia y una de las limitaciones más importante a la producción y productividad ganadera. Esta cosecha de agua se ha venido deteriorando conforme los pastizales se degradan, como efecto del sobrepastoreo y las sequías recurrentes sobre la vegetación y el mismo suelo. Todo lo anterior conduce a pérdidas de agua y suelo de los sitios de pastizal.

En el concepto de salud del pastizal, se consideran tres atributos de los ecosistemas: la estabilidad del suelo en el sitio, su funcionamiento hidrológico y su integridad biótica. El primero se define como la capacidad del sitio de pastizal para limitar la redistribución y pérdida del recurso suelo, el segundo se refiere a la capacidad del sitio para captar, almacenar y liberar en forma segura el agua de la precipitación y, el último hace referencia a la capacidad de la vegetación para resistir y recuperarse de un disturbio, lo cual refleja la capacidad del sitio para soportar una comunidad con estructura y funcionalidad característica (Herrick *et al.*, 2005). El buen manejo para tener buena producción vegetal en los zacatales, matorrales y sabanas ayuda a minimizar la erosión del suelo, controlar los flujos de agua y mantener los procesos de recuperación biótica, tres aspectos de alguna manera estrechamente relacionados.

Con relación a la pérdida de agua en ecosistemas áridos y semiáridos como consecuencia de la disminución en su capacidad de infiltración, algunos autores mencionan a las costras del suelo como un factor importante (Belnap, 2001a; Belnap, 2001b; Warren y Eldridge, 2001). En el caso de las costras físicas al parecer no existe duda sobre su efecto negativo (Belnap, 2001b), no así con las costras biológicas sobre las que existe poca información en nuestro país, además de que en la literatura se encuentran opiniones encontradas sobre el tipo de efecto que éstas presentan sobre la capacidad de infiltración de agua de los suelos de pastizal (Warren, 2001).

Las costras biológicas son el resultado de una relación fuerte entre las partículas del suelo y cianobacterias, algas, hongos, líquenes, y briofitas en diferentes proporciones, los cuales viven sobre el suelo o inmediatamente en los primeros milímetros del suelo (Belnap *et al.*, 2001a). Las

partículas del suelo son agregados de esta biota y forman una capa coherente sobre el suelo (Bates *et al.,* 2006; Belnap *et al.*, 2001a; Reddy *et al*., 2006).

En los ecosistemas áridos y semiáridos, las cianobacterias fotosintéticas y los líquenes que crecen en los pocos centímetros superiores del suelo forman una costra que juega un papel importante en la estabilización del suelo (Belnap, 2001a; Warren, 2001). Estos organismos vegetales ayudan a crear la estructura del suelo, ciclan nutrientes e incrementan la infiltración, reduciendo los escurrimientos superficiales, las pérdidas de suelo y nutrientes y permitiendo a las plantas tolerar mejor los disturbios y recuperarse de los mismos (Herrick *et al.*, 2005). Además fijan nitrógeno y carbono, evitan la erosión eólica, acumulan materia orgánica, suplen de nutrientes a las plantas vasculares.

El objetivo de este trabajo fue observar las tasas de infiltración de agua en un sitio de matorral subinerme micrófilo del noreste del Estado de Durango con suelo cubierto con costra biológica y en suelo sin esta cobertura.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El estudio se llevó a cabo en un sitio de matorral subinerme en el Ejido Pasaje, Mpio. de Cuencamé, Dgo. el cual está localizado en 24.9255° LN y 103.9359° LO. La vegetación dominante del sitio es *Acacia neovernicosa, Larrea tridentata y Fluorensia cernua.*

Se usó un infiltrómetro de doble anillo. Cada prueba de infiltración consistió en programar el cronómetro para un tiempo máximo de tres horas. Se realizó una lectura en la escala sin agua en el cronómetro (lectura inicial para ver que se pudieran medir los 10 cm de lámina que se aplicarían de acuerdo a la capacidad del infiltrómetro). Luego se llenaron los cilindros interior y exterior del infiltrómetro con agua y se inició el cronómetro para realizar las lecturas del nivel del agua a los siguientes tiempos: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 y 180 minutos. Cuando se alcanzó la lectura inicial antes de las tres horas, se paró el cronómetro y se realizó la lectura exacta del tiempo transcurrido de la prueba. Los muestreos de infiltración se llevaron a cabo el 19 de Julio y el 02 de Agosto de 2016 en suelo cubierto con costra biológica, así como en suelo sin esta cubierta. Cuatro muestreos de suelo a profundidades de 0-10, 10-20 y 20-30 cm se realizaron para conocer la textura en suelo cubierto con costra biológica y cuatro muestreos en suelo sin cobertura de costra a éstas mismas profundidades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el sitio de acuerdo a Jayne Belnap (comunicación personal) la costra biológica está compuesta por gran cantidad de líquenes (*Collema, Placidium, Psora*), cianobacteria (*Nostoc*) y musgos. La cantidad de agua infiltrada a través del tiempo fue muy variable en el sitio estudiado. En este sitio fue notoria la infiltración mucho más lenta sobre el suelo cubierto con costra biológica que sobre el suelo sin cubierta de ésta costra como es observado en las figuras 1 y 2 donde tres valores de infiltración, después de180 minutos, muestran que la lámina de agua infiltrada resultó menor de 10 cm. Esta varianza en los resultados de debe en parte a la textura encontrada ya que en cuatro muestreos de 0-10 cm de profundidad en suelo sin cobertura de costra biológica dos muestras fueron de suelo franco, una de suelo franco-arcilloso y otra de suelo franco-arcillo-limoso. En suelo cubierto con costra a esta profundidad se encontraron tres muestras de suelo franco y una de suelo franco-arcilloso. A una profundidad de 10-20 cm en suelo sin cobertura de costra dos muestras de suelo fueron suelo arcilloso, una de suelo franco-arcilloso y una de suelo franco-arcillo-limoso. En suelo cubierto con costra a esta profundidad de 10-20 cm tres muestras de suelo fueron franco-arcilloso y una muestra fue suelo arcilloso. En la profundidad de 20-30 cm en el suelo sin costra biológica de cobertura, tres muestras fueron suelo arcilloso y una de suelo franco-arcilloso, en el suelo cubierto de costra biológica las cuatro muestras fueron de suelo arcilloso.

Quiñones-Vera *et al*. (2009) no encontraron diferencia en infiltración en suelo cubierto con costra biológica y sin cobertura de esta costra. Sin embargo, Belnap *et al.* (2001b) consideran que la costra biológica mejora la infiltración, disminuye la erosión y ayuda al establecimiento de las plántulas en comunidades desérticas con ambientes rigurosos. Estos autores también mencionan que algunos observadores creen que esta costra sella la superficie del suelo e incrementa los escurrimientos superficiales. Al parecer lo anterior está relacionado con procesos de secado y humedecimiento de la misma costra, que retarda o mejora la tasa de infiltración. Otro factor que debe ser considerado es que el infiltrómetro carece de la simulación del impacto de la gota de lluvia así como de la intensidad de ésta (Branson *et al*., 1981).

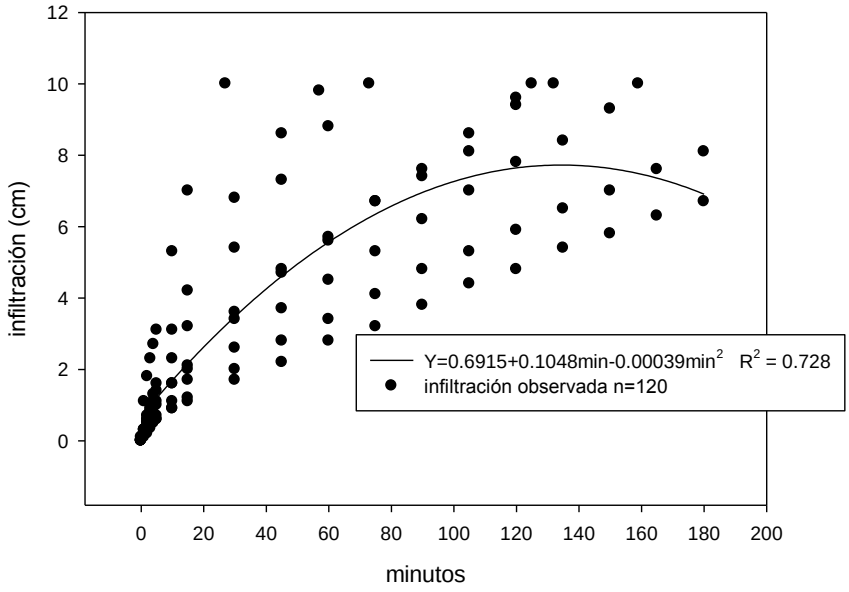


Figura 1. Infiltración en costras biológicas en el Ejido Pasaje, Mpio. de Cuencamé, Dgo. el 19 de julio de 2016

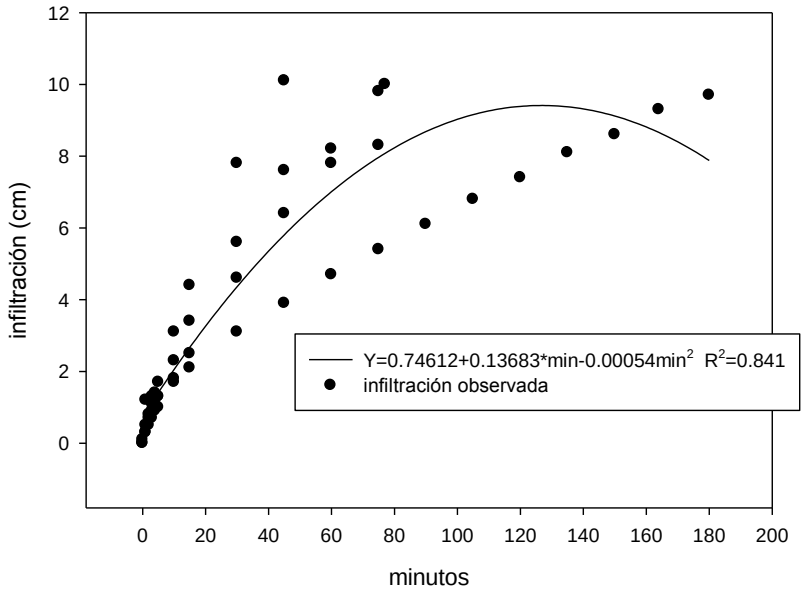


Figura 2. Infiltración encontrada en costras biológicas el 02 de Agosto de 2016 en el Ejido Pasaje, Mpio. de Cuencamé,Dgo.

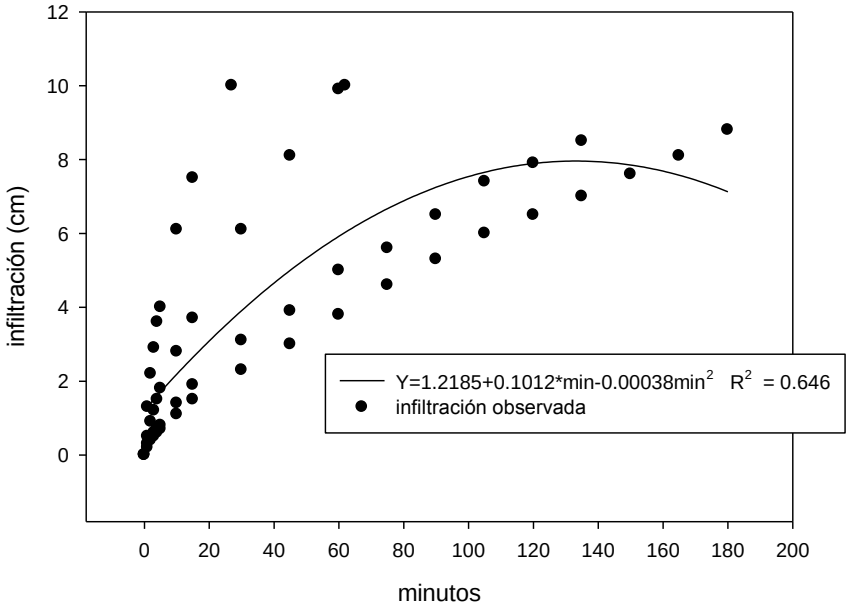


Figura 3. Infiltración en áreas sin costra biológica en el ejido Pasaje, Mpio. de Cuencamé, Dgo. el 19 de julio de 2016

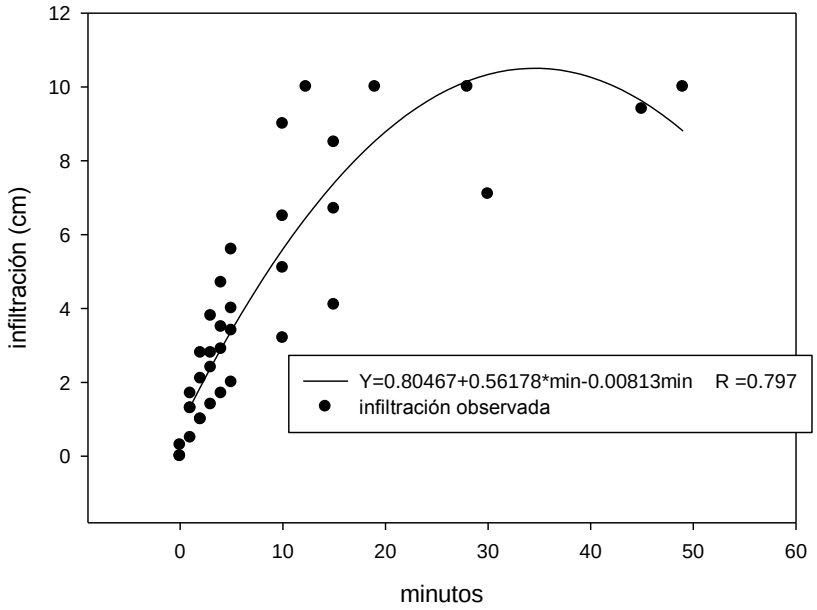


Figura 4. Infiltración encontrada en áreas sin costra biologica en el Ejido Pasaje, Mpio. de Cuencamé, Dgo. el 02 de Agosto de 2016

BIBLIOGRAFÍA

Bates, S. T., G. S. N. Reddy, and F. Garcia-Pichel. 2006. *Exophiala crusticola* anam. nov. (affinity *Herpotrichiellaceae*), a novel black yeast from biological soil crust**s** in the Western United States. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 56: 2697-2702.

Belnap, J. 2001b. Comparative structure of physical and biological crusts. pp. 177–191. *In:* J. Belnap and O. L. Lange (eds.). Biological soil crusts: structure, function, and management. Springer. Ecol. Stud. 150. Berlin, Germany.

Belnap, J. and D. Eldridge. 2001. Disturbance and recovery of biological soil crusts. pp. 363–383. *In:* J. Belnap and O. L.

Lange (eds.). Biological soil crusts: structure, function, and management. Springer. Ecol. Stud. 150. Berlin, Germany.

Belnap, J., B. Büdel, and O. L. Lange 2001a. Biological soil crusts: characteristics and distribution. pp. 3–30. *In:* J. Belnap and O. L. Lange (eds.). Biological soil crusts: structure, function, and management. Springer. Ecol. Stud. 150. Berlin, Germany.

Belnap, J.,R. Prasse, andK.T. Harper. 2001b. Influence of biological soil crusts on soil environments and vascular plants.

pp. 281-300. *In:* J. Belnap and O. L. Lange (eds.). Biological soil crusts: structure, function, and management. Springer. Ecol. Stud. 150. Berlin, Germany.

Branson, F. A., G. F. Gifford, K. G. Renard, and R. F. Hadley. 1981. Rangeland hydrology. Second Edition. Society for Range Management. Range Science Series. No. 1, 2nd ed. Dubuque, IA, USA.

Herrick, J. E., J. W. van Zee, K. M. Havstad, L. M. Burkett, and W. G.Whitford. 2005. Monitoring manual for grassland, shrubland and savanna ecosystems. Vol. II. Design, supplementary methods and interpretation. USDA-ARS Jornada Experimental Range. Las Cruces, NM, USA.

Johansen, J. R. 2001. Impacts of fire on biological soil crusts. pp. 385–397. *In:* J. Belnap and O. L. Lange (eds.). Biological soil crusts: structure, function, and management. Springer. Ecol. Stud. 150. Berlin, Germany.

Lange, O. L. 2001. Photosynthesis of soil-crust biota as dependent on environmental factors. pp. 217–240. *In:* J. Belnap and O. L. Lange (eds.). Biological soil crusts: structure, function, and management. Springer. Ecol. Stud. 150. Berlin, Germany.

Quiñones-Vera J.J., E. Castellanos-Pérez, C.M. Valencia-Castro, J.J. Martínez-Ríos, T. S{anchez-Olvera, A. Montes-González. 2009. Efecto de la costra biológica sobre la infiltración de agua en un pastizal. Terra Latinoamericana 27:287-293.

Reddy, G. S. N., M. Nagy, and F. Garcia-Pichel. 2006. *Belnapia moabensis* gen. nov., sp. nov., an alphaproteobacterium from biological soil crusts in the Colorado Plateu, USA. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 56: 51-58.

Rosentreter R., D. J. Eldridge, and J. H. Kaltenecker. 2001. Monitoring and management of biological soil crusts. pp. 457-468. *In:* J. Belnap and O. L. Lange (eds.). Biological soil crusts: structure, function, and management. Springer. Ecol. Stud. 150. Berlin, Germany.

Warren, S. D. 2001. Synopsis: Influence of biological soil crusts on arid land hydrology and soil stability. pp. 349–360. *In:* J. Belnap and O. L. Lange (eds.). Biological soil crusts: structure, function, and management. Springer. Ecol. Stud. 150. Berlin, Germany.

Warren, S. D. and D. J. Eldridge. 2001. Biological soil crusts and livestock in arid ecosystems: Are they compatible? pp. 401-415. *In:* J. Belnap and O. L. Lange (eds.). Biological soil crusts: structure, function, and management. Springer. Ecol. Stud. 150. Berlin, Germany.

Wilcox, B. P., D. D. Breshears, and H. J. Turin. 2003. Hydraulic conductivity in a piñon-juniper woodland: Influence of vegetation. Soil Sci. Soc. Am. J. 67: 1243-1249.

Yeager, C. M., J. L. Kornosky, D. C. Housman, E. E. Grote, J. Belnap, and C. R. Kuske. 2004. Diazotrophic community structure and function in two successional stages of biological soil crusts from the Colorado Plateu and Chihuahua Desert.

Appl. Environ. Microbiol. 70: 973-983.

CARACTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS DE UN RODAL NATURAL DE *Prosopis laevigata* Y *Acacia schaffnerii* EN DURANGO

Alan Eduardo Salas Camacho[1], Luis Manuel Valenzuela Núñez[1], Daniel Alejandro Espino Castillo[1,5], Juan Antonio Núñez Colima[1,2], Edwin Amir Briceño Contreras[1,2]

[1]Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Facultad de Ciencias Biológicas UJED, Av. Universidad S/N Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35010. Correo: alanpachecosc@gmail.com
[2]Programa de Doctorado en Ciencias en Producción Agropecuaria, UAAAN-Unidad Laguna Periférico Raúl López Sánchez, Col. Valle Verde, Torreón, Coah. C. P. 27059.
[3]Reserva de la Biosfera de Mapimí. Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas. Av. Juárez y Galeana, S/N Col. Centro. Palacio Federal Segundo Piso Local 210-A. Torreón, Coah. C. P. 27000.
[4]Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango. Vivero las Auras Blvd. Miguel Alemán 900 Pte. Cd. Lerdo, Dgo. C. P. 35000.
[5]Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, División Multidisciplinaria Ciudad Universitaria. Av. del Desierto No. 18100. Cd. Juárez, Chih. C.P. 32310.

INTRODUCCIÓN

En el centro-norte de México, el mezquite y otras leguminosas leñosas como el huizache (*Acacia schaffnerii*) era una de las especies con mayor presencia en el pasado; sin embargo, a pesar de su importancia ecológica y económica, en la actualidad sus poblaciones han disminuido en muchos lugares, siendo destruidas por las actividades humanas (Galindo y García-Moya, 1986; Challenger, 1998; Golubov *et al*., 2001). El mezquite es importante por el papel que desempeña dentro del ecosistema de las zonas áridas, ya que es un excelente controlador de la erosión, fija el nitrógeno de la atmosfera al suelo mejorando su fertilidad, y proporciona alimento y refugio a la fauna silvestre (Carrillo, 2006). También posee diversos usos industriales, alimenticios y medicinales, debido a que la mayoría de sus estructuras y algunos componentes químicos (goma, vainas, tronco, ramas, hojas y flores) son susceptibles de aprovechamiento (Estrada, 1993). El uso del mezquite con mayor importancia económica ha sido, sin lugar a dudas, la producción de carbón, la cual se realiza normalmente sin fundamentos técnicos en muchos lugares y sin planes de manejo preestablecidos, lo que implica que en este esquema de explotación los árboles sean prácticamente eliminados de la raíz, lo que limita seriamente su recuperación, originando erosión y destrucción del hábitat para la fauna silvestre (Arellano, 1996). Actualmente sus principales usos son como forraje para ganado doméstico y fauna silvestre, las flores como fuente de polen y néctar para la producción de miel en explotaciones apícolas, la goma que excreta la planta como fuente de compuestos con efectos positivos en la salud y como sustituto de la goma arábiga (uso industrial). La madera del mezquite es fuerte y durable, por lo que puede ser utilizada para la fabricación de muebles, puertas y como leña y carbón (Meza y Osuna, 2003). El principal uso de la leña del

mezquite es para la preparación de alimentos o fuente de calor. Más del 75% de los usuarios de este energético no comercial, lo consume en el llamado fogón abierto o de tres piedras, cuya eficiencia térmica es muy baja (Argueyes y Montoya, 1991, Flores y Ortega, 2004). El objetivo del presente trabajo es presentar de manera general las características dasométricas de un rodal natural de mezquite y huizache como un primer acercamiento para los futuros estudios de conservación y aprovechamiento de los recursos forestales en el municipio de Guadalupe Victoria.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante la primavera de 2016 en el municipio de Cuencamé, en el estado de Durango, ejido Emiliano Zapata. La identificación y delimitación de los bosques de mezquite en la zona de estudio se llevó a cabo con la ayuda de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI Serie III Escala 1:250 000, identificando los polígonos correspondientes al tipo de vegetación de mezquital. El muestreo de la población de mezquite se realizó mediante el uso de la técnica de muestreo de vegetación cuadrante de punto central. El número de puntos de muestreo fueron 20 puntos, separados a una distancia de 500 m entre sí para cada comunidad, respetando la accesibilidad de las propiedades privadas y ejidales. En el caso de la caracterización estructural, se llevó a cabo mediante la toma de información de cada individuo midiendo la altura, los diámetros de la cobertura de la copa y los diámetros de tronco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el muestreo se obtuvieron datos dasometricos de *Prosopis laevigata* así como de *Acacia shaffneri*. Se realizó un conteo de los individuos para comparar la razón *Prosopis – Acacia.*

En el cuadro 1 se observan las diferencias en altura, cobertura aérea y cobertura basal de *Prosopis laevigata* perteneciente al rodal natural de mezquite y huizache del municipio Cuencamé, Durango.

Cuadro 1. Altura (m), cobertura aérea(m^2) y cobertura basal (m^2) de *Prosopis laevigata* en el municipio de Cuencamé.

	N	Rango	Media		Desviación estándar	Varianza
Altura (m)	54	8.260	3.266	0.274	2.019	4.077
Cobertura aérea (m^2)	54	314.737	26.185	6.314	46.402	2153.170
Coberura basal (m^2)	54	0.739	0.094	0.019	0.142	0.020

En el cuadro 2 se observan las diferencias en altura, cobertura aérea y cobertura basal de *Acacia shaffneri* perteneciente al rodal natural de mezquite del municipio Cuencamé, Durango.

Cuadro 2. Altura (m^2), cobertura aérea (m^2) y cobertura basal (m^2) de *Acacia shaffneri* en el municipio de Cuencamé, Dgo.

	N	Rango	Media		Desviación estándar	Varianza
Altura	25	5.862	3.479	0.300	1.504	2.264
Cobertura Aérea	25	57.766	15.809	2.820	14.100	198.825
Cobertura Basal	25	0.300	0.071	0.0135	0.067	0.005

La relación en la población muestreada mezquite (*Prosopis laevigata*) y huizache (*Acacia shaffneri*) en el rodal del municipio de Cuencamé, Durango fue de 2:1 respectivamente. La altura promedio de los mezquites fue de 3.266m, a diferencia de los huizaches con 3.479m. En cuanto a cobertura aérea, *Prosopis laevigata* obtuvo 26.185m en comparación de *Acacia shaffneri* con 15.809. Sin embargo, en cobertura basal *Prosopis* fue mayor que *Acacia* con 0.0944 y 0.0716 respectivamente.

Según (Valenzuela *et al*, 2012) en San Juan de Guadalupe, la altura promedio de los individuos de *P. laevigata* es de 3.50 m ± 0.61 La cobertura aérea de los árboles en promedio fue de 20.22 m2 ± 7.97 en promedio, mientras que la cobertura basal en promedio fue de 0.23 m^2, datos que coinciden con los resultados encontrados. Igualmente, para el municipio de Cuencamé, la altura promedio de los individuos es de 2.92 m ± 0.51. La cobertura aérea, en promedio fue de 9.83 m^2 ± 3.39, y la cobertura basal en promedio fue de 0.72 m^2.

Sin embargo, las variantes morfológicas encontradas por (Valenzuela *et al*, 2012) fueron de porte arbustivo para ambos municipios, contrario a lo encontrado en el municipio de Cuencamé donde la mayoría de los individuos presentó un carácter arbóreo.

CONCLUSIONES

En promedio, la mayoría de los individuos de *Prosopis laevigata* encontrados en el municipio de Cuencamé presentaron la variante morfológica arbórea, con una cobertura aérea y basal mayor que *Acacia shaffneri*. Sin embargo, éste presentó una mayor altura como se describe anteriormente.

BIBLIOGRAFÍA

Arellano, D., S. 1996. Determinación del potencial productivo del mezquite (*Prosopis spp*) en el municipio de San Juan de Guadalupe, Durango. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo.

Argueyes, A. y Montoya, R.A., R.1991. Explotación del mezquite en San Luis Potosí, una perspectiva histórica. Archivo Histórico de San Luis Potosí. S.L.P. 88p.

Carranza P. M. A.; Villareal Q. 1997. Leguminosas de Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Departamento de Botánica. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Carrillo, F. R. 2006. Efecto de la poda sobre el potencial productivo de mezquitales nativos (*Prosopis glandulosa* Torr, var. *glandulosa*) en la Comarca Lagunera. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente 6: 47-54.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para la Biodiversidad-Instituto de Biología UNAM. Agrupación Sierra Madre. México, D. F. 847 p.

Estrada, S. L. 1993. Estudios sobre el potencial técnico de aprovechamiento de la goma, vainas, hojas y madera del mezquite (*Prosopis* spp) en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Estado de México, México.

Flores M., J. C. y Ortega R., S. A. 2004. Transformación de la leña de mezquite a carbón, mediante la utilización de horno metálico topo. INIFAP. SAGARPA-INIFAP-Centro de investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental La Laguna. Folleto técnico No. 11. Matamoros, Coahuila, México. 18p.

Galindo, A. S. y E. García-Moya. 1986. Usos del mezquite (*Prosopis sp.*) en el Altiplano Potosino. *Agrociencia 63*: 7-15.

Golubov, J., M. C. Mandujano and L. E. Eguiarte. 2001. The paradox of mesquites (*Prosopis* spp.): invading species or biodiversity enhancers? *Bol. Soc. Bot.* (México) *69*: 23-30.

Melgoza C., A.; Royo M., M.; Sierra T., J. S.; Fierros R., R.; Toutcha L., K.; Castillo J., C. 2003. Manual de Plantas Forrajeras. INIFAP. Folleto Técnico Núm. 8. Chihuahua, Chih. 56 p.

Meza S., R.; Osuna E., L. 2003. Estudio Dasométrico del Mezquite en la Zona de Las Pocitas, B. C. S. INIFAP, Campo Experimental Todos Santos. México. 56 pág.

EVIDENCIA DE UNA VSP DE 20 kDa EN RAIZ DE NOGAL *Carya illinoensis* KOCH EN CUATRO DIFERENTES AGROECOSISTEMAS EN LA COMARCA LAGUNERA

Daniel Alejandro Espino Castillo[1,3], Luis Manuel Valenzuela Núñez[1], Juan Antonio Núñez Colima[1,2], Edwin Amir Briceño Contreras[1,2], Alan Eduardo Salas Camacho[1]

[1]Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Facultad de Ciencias Biológicas UJED
Av. Universidad S/N Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35010.
Correo: daniel_alek16@hotmail.com, juanantonio_2111@hotmail.com
[2]Programa de Doctorado en Ciencias en Producción Agropecuaria, UAAAN-Unidad Laguna Periférico Raúl López Sánchez, Col. Valle Verde, Torreón, Coah. C. P. 27059
[3]Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, División Multidisciplinaria, Ciudad Universitaria, Av. del Desierto No. 18100. Cd. Juárez, Chih. C.P. 32310.

INTRODUCCIÓN

El nogal pecanero tiene sus orígenes en el sureste de Estados Unidos y en el Norte de México (Gray, 1973) La primer plantación comercial en México se estableció en Nuevo León en 1904 (Medina y Cano, 2002). Las principales áreas productivas en Estados Unidos de América se extienden desde Ohio hasta Kentucky y Alabama. El cultivo encuentra condiciones óptimas en el noreste y parte central de México (Herrera y Clevenger, 1996). En México aumento en un 49.2% apreciándose un incremento permanente en la producción (SAGARPA-SIACON, 1980-2010). Estos dos países proveen el 95% de la producción de nuez pecanera a nivel mundial (Johnson, 1997 y USDA-FAS, 2003). México se volvió un país netamente exportador de nuez. A este respecto, en 2002 Estados Unidos de América importó 98% de nueces con y sin cáscara de México. (ERS-USDA-FTS, 2003.)

La altura promedio del nogal es de 30 m y puede llegar a una edad productiva de 100 años y comienza a producir nuez después del quinto o sexto año (Madero, 2003). Actualmente una de las grandes preocupaciones de los productores de nogal pecanero es relacionada con el nitrógeno (N), es el nutriente más demandado por las plantas, y por lo tanto, se convierte en un factor limitante para el desarrollo y crecimiento óptimo de las mismas, por lo que un buen entendimiento de las relaciones entre las respuestas del N sobre el cultivo del nogal pecanero, es fundamental para el manejo de este nutriente.

El nitrógeno constituye parte esencial de ácidos nucleicos y proteínas de las plantas, por ello es tan abundante en las plantas y esencial para el establecimiento de nuevas estructuras celulares, metabólicas y de codificación genética; su falta produce disminución del crecimiento y una movilización de las proteínas de reserva y estructurales y al no estar disponible se presentan síntomas de deficiencia (Baker, 1983).

El déficit de N tiene repercusiones en aspectos productivos: la fruta es de tamaño menor; llenado pobre y aumenta el porcentaje de frutos con golpe de sol y con nuez seca (Wood, 2002; Ruíz, 2005). El N de reserva en la planta, que se consiguió en la temporada anterior y que está en los sitios de reserva como ramas, yemas y raíces, contribuye a incrementar la producción y calidad de las nueces (Goff, 2001).

Esto hace posible la investigación de las proteínas de reserva vegetativas para comprender su movilización anualmente y poder establecer una correlación entre la concentración de proteínas de reserva vegetativa con la producción de nuez. El objetivo del presente trabajo fue determinar la presencia o ausencia de proteína de reserva vegetal en el tronco del arbol (*Carya illinoinensis* Koch) en diferentes etapas fenológicas.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de muestreo se llevó a cabo en cuatro diferentes ecosistemas; Nazas, Lerdo, Gómez Palacio todos ellos pertenecientes al estado de Durango y Torreón Coahuila.

Muestreo

Se realizaron en tres etapas fenológicas del nogal *Carya Illinoinensis* K.; etapa de dormancia (diciembre-febrero), etapa fenológica de brotación, etapa en la que el nogal reanuda su crecimiento (marzo-mayo) y máximo desarrollo (junio-agosto) en el periodo de 2013-2014. El muestreo en el árbol se realizó en cada una de las localidades, cada parcela estaba dividida en cinco bloques con 10 árboles, se minimizó el efecto orilla tomando cuatro árboles de la parte media de la parcela. Se usó un muestreo sistematizado en el cual se seleccionaron las muestras utilizando un orden establecido. Para cada tronco árbol se tomaron dos virutas de tronco con la ayuda de un taladro pressler.

Trabajo en laboratorio

Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Biología y Ecología Forestal en la Facultad de Ciencias Biológicas de la UJED campus Laguna, para su conservación se etiquetaron en bolsas de aluminio que se perforaron una vez, introducida la muestra se le vació nitrógeno líquido con la finalidad de que traspasara y congelara la muestra a través de los orificios, se almacenaron en un ultracongelador (Revco Value Plus Thermo Scientific ®) a una temperatura de -70°C durante una semana, para posteriormente pasarlos a un proceso de liofilización (Liofilizador Labconco® Freezone Triad Freeze Dry Systems®) durante siete días a -40°C con el objetivo de deshidratar las muestras y menguar toda actividad enzimática.

Una vez liofilizadas las muestras fueron molidas en un molino (Pulverisette 15® Fritsch®) para obtener un polvo fino, se pesaron 10 mg de materia seca en la balanza analítica (Balanza analítica PW 250 MAX ®) y se colocaron en microtubos (Microtubos MCT-200-C de 2.0 mL Clear Axygen Scientific ®) para su análisis bioquímico.

Proteínas

Para determinar la concentración de proteínas se usó el método de Bradford (1976).

Electroforesis (SDS Page)

Las proteínas presentes en los extractos descritos anteriormente fueron usados para la electroforesis en gel de poliacrilamida al 15% mezclando en un vaso de precipitado de 20 mL. Se tomaron 40 µl de solución para extraer proteínas y se cargaron directamente en el gel. Las proteínas se desnaturalizaron a una temperatura de 50°C por tres minutos, se centrifugaron las muestras a 12,000 rpm durante cinco minutos y se aplicaron directamente al gel de acrilamida dentro de la cámara de electroforesis que contenía una solución amortiguadora de corrida (Laemmli, 1970): Tris base 0.025 M, glicina 0.192 M y SDS al 0.1%; la electroforesis se le aplicó 120 Volts durante cuatro horas, una vez que el colorante (azul de bromofenol) llego al margen inferior se suspendió el procedimiento.

Después de retirar el gel de la cámara de electroforesis, se sumergió durante un día en una solución de Coomasiie al 0.1% metanol al 50% y ácido acético al 10%. Un día después se destiño utilizando una solución de Metanol al cinco porciento y ácido acético glacial al siete porciento para eliminar el fondo azul del gel.

Análisis de imagen

Los geles se digitalizaron con ayuda de un trans-luminador de luz blanca casero de la Universidad Autónoma Chapingo y cada espacio correspondiente a una banda será expresado en porcentaje en la relación a la intensidad total de las proteínas depositadas en el gel. Las bandas visibles durante la etapa fenológica, dormancia y ausentes en las etapas fenológicas de floración y desarrollo serán definidas como proteínas de reserva vegetativa (VSP). La contribución de cada banda se estimó en relación a las proteínas solubles (Langheinrich y Tischner; 1991 Noquet *et al*. 2001)

Las proteínas son el compuesto nitrogenado más abundante en las reservas de nitrógeno, para este trabajo se realizó una electroforesis en geles de poliacrilamida para tratar de caracterizar la presencia ausencia de una proteína de reserva en el nogal *Carya illinoensis* (VSP).

RESULTADOS Y DISCUSION

La electroforesis se obtuvo a partir de la extracción y purificación de las proteínas a partir del material liofilizado del tronco en los cuatro sitios de muestreo correspondiente para las tres etapas fenológicas, dormancia, brotación y desarrollo.

Se utilizó un marcador de peso molecular Brenchmark para obtener el peso molecular de los polipéptidos separados. Los geles obtenidos permiten caracterizar una proteína de reserva 20 kDa en los troncos de la etapa fenológica dormancia para los cuatro sitios de muestreo, para los sitios Gómez Palacio y Lerdo hubo una ausencia de bandas, esto se pudo atribuirse que el sitio Gómez Palacio no cuenta con ningún tipo de manejo ni fertilización y solo se riega de tres veces por año lo cual puede afectar en la producción de proteínas en el árbol, para el sitio de Lerdo el lugar presento una enfermedad llamada pudrición texana la cual puede disminuir la producción de proteínas de reserva en los árboles.

Las proteínas observadas en la etapa fenológica dormancia estuvieron ausentes en la etapa fenológica de brotación y desarrollo lo que puede ser un indicador de que estas proteínas son de reserva, es decir posibles VSP en el nogal *Carya illinoensis.*

Para la etapa fenológica desarrollo no se encontró ninguna banda presente lo cual indica la baja producción de proteínas en esta etapa fenológica ya que la mayoría de las proteínas las utiliza el árbol para la formación de estructuras como crecimientos anuales, hojas y fruto del árbol (Fig.1).

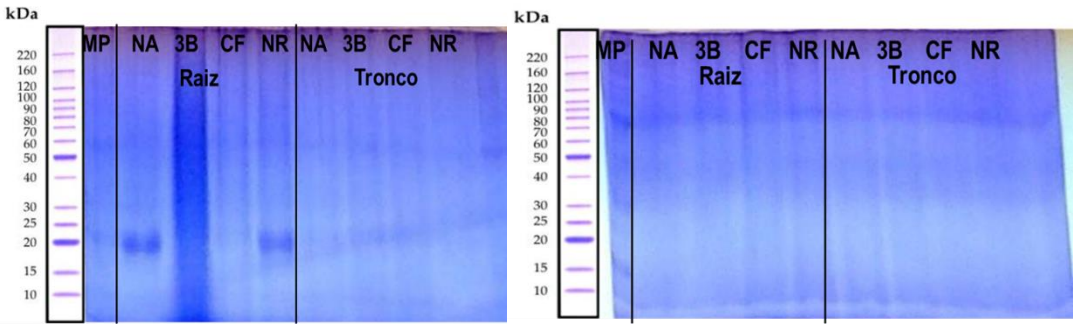


Fig. 1 Electroforesis de proteína de reserva en la etapa fenológica de desarrollo (izquierda) y dormancia (derecha) para los cuatro sitios de muestreo (NA=Nazas, 3B=Gómez Palacio, CF=Lerdo, NR=Torreón) en raíz y tronco.

Chapín *et al*. (1990) mencionan que el almacenamiento de las reservas es una de las principales funciones de los arboles con la adquisición de nutrientes, transporte, crecimiento, defensa y reproducción, las proteínas tuvieron una mayor concentración en la etapa de brotación (Kang *et al.* Titus 1980).

Gómez y Faurobert (2002) mencionan que la concentración gradual de las proteínas de una estación a otra se puede considerar como un marcador temprano de la reactivación en

primavera. Por otra parte, Barbaroux *et al*. (2003) mencionan que las proteínas y aminoácidos se concentran más y tienen mayor demanda en los órganos vegetales raíz y crecimiento anual para el crecimiento de la planta.

Staswick (1994) menciona que las proteínas de reserva se acumulan transitoriamente en grandes cantidades en los diferentes tejidos vegetales: hojas, tallos, tubérculos, raíces y rizomas de diferentes especies de gramíneas. Estas proteínas se almacenan de manera abundante durante el otoño y el invierno en los órganos perennes para luego ser utilizadas en la reanudación del crecimiento en la primavera.

Chapín *et al*. (1990) menciona que una VSP es un polipéptido presente en una tasa importante más que otros polipéptidos. Además, de que están ausentes en el período vegetativo y presente en el período de latencia.

Como se ha mencionado la proteína observada en este estudio se encontró en raíz en la etapa fenológica de dormancia, esto es en los meses con temperaturas más bajas en la temporada de invierno. Barbaroux y Breda (2002) mencionan que el aumento de las proteínas de reserva en la etapa fenológica de dormancia pueden tener otras funciones como la de contribuir a la resistencia al frío del árbol en meses que dura el invierno y su movilización temprana, sugiere un papel en el inicio de la recuperación del crecimiento (Gómez y Faurobert 2002), momento en el cual no se presenta visible en el presente estudio.

CONCLUSIONES

El estudio de las reservas vegetativas en diferentes especies de árboles y en este caso de un árbol como el nogal *Carya illinoensis* pueden ser de gran utilidad para conocer el comportamiento que tienen las reservas en el árbol, se pueden establecer medidas de manejo más sustentables en los agroecosistemas lo que puede ayudar a una mayor producción de nuez.

Los sitios con mayor concentración de proteínas fueron los de Torreón y Nazas, estos dos sitios presentaron condiciones ambientales favorables y un mejor manejo para una buena producción de reservas en el árbol, mientras que los sitios de Lerdo y Gómez Palacio fueron los que tuvieron una menor acumulación de proteínas, el sitio de Lerdo presentaba buenas condiciones biofísicas sin embargo un manejo muy pobre presentando enfermedades de pudrición texana lo que puede mermar la producción de reservas en el árbol.

Los resultados permitieron caracterizar un polipéptido de 20 kDa con el cual se observó que las reservas de proteínas se almacenan en mayor concentración durante la etapa de reposo del

árbol y se encuentran ausentes en las etapas de brotación y desarrollo del árbol lo que indica la funcionalidad de estas como reactivación del crecimiento del árbol de una etapa a otra.

BIBLIOGRAFÍA

Baker, D. A., 1983. Metal and Micronutrients: Uptake and Utilization by Plant, D.A. Robb y W.S. Pierpoint, Editores, Academis Press. London, Pág. 343

Barbaroux, C., N. Bréda and E. Dufrêne. 2003. Distribution of aboveground and below-ground carbohydrate reserves in adult trees of two contrasting broad-leaved species (*Quercus petraea* and *Fagus sylvatica*). New Phytol. 157:605–615

Chapin, F.S., E.D. Schulze and H.A. Mooney. 1990. The ecology and economics of storage in plants. Annu. Rev. Ecol. Syst. 21: 423-447

Economic Research Service (ERS) Fruit and tree nuts situation and outlook yearbook / FTS-2003/ October 2003

GOFF, B. 2001. Late Season Fertilization: Exciting New Development, Pecan South 32 (12): 10–11

Gómez L., Faurobert M. 2002. Contribution of vegetative storage proteins to seasonal nitrogen variations in the young shoots of peach trees (*Prunus persica* L. Batsch.). Journal of Experimental Botany 379: 2431-2439

Gray, O. S. 1973. Consider pollen when planting. The Pecan quarterly. 7(3):24-25

Herrera, E. y Clevenger, T. 1996. Importancia Económica de la Industria Nogalera en EUA. Guía Z-501, Nuevo México, EE.UU. Servicio Cooperativo de Extensión Agrícola. NMSU. 2-5 pp

Johnson, D. C. United States is World Leader in Tree Nut Production and Trade. USDA-ERS Fruit and Tree Nuts Situation and Outlook. FTS-280. August 1997. 908 pp

Kang S.M., Titus J.S. 1980. Qualitative and quantitative changes in nitrogenous compounds in senescing leaf and bark tissues ofapple. Physiologia Plantarum 50: 285-290

Medina, M. M. C. y Cano, R. P. 2002. Aspectos generales del Nogal Pecanero. *In*: Tecnología de producción en Nogal Pecanero. Libro Técnico Núm. 3. Primera edición. INIFAP. Campo Experimental La Laguna, Matamoros, Coahuila. 222 p Proceedings 36 th. Western Pecan Conference. 47–59 p

Ruíz, S. 2005. Fertilización nitrogenada "Diagnostico y Corrección". Tierra Adentro, especial de nogales. 30–35 p

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA- SIACON) 1980-2010. México, D. F. 54 pp

Staswick, P.E. 1994. Storage proteins of vegetative plant tissue. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 45: 303-322.

Stepien V. 1992. Contribution à l'étude des protéines de reserve végétatives du peuplier (Populus x euramericana). Thèse de l'Université de Nancy 1. 147 pp

Wood, B. W. 2002. Late Nitrogen fertilization in pecan orchards. A review.

ANÁLISIS DE AMINOACIDOS EN NOGAL *Carya illinoensis* EN TRES ETAPAS FENOLÓGICAS EN DOS AGROECOSISTEMAS DE LA COMARCA LAGUNERA

Daniel Alejandro Espino Castillo[1,5], Luis Manuel Valenzuela Núñez[1], Juan Antonio Núñez Colima[1,2], Edwin Amir Briceño Contreras[1,2], Alan Eduardo Salas Camacho[1]

[1]Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Facultad de Ciencias Biológicas UJED
Av. Universidad S/N Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35010.
Correo: daniel_alek16@hotmail.com
[2]Programa de Doctorado en Ciencias en Producción Agropecuaria, UAAAN-Unidad Laguna Periférico Raúl López Sánchez, Valle Verde, Torreón, Coah. C. P. 27059
[3]Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, División Multidisciplinaria Ciudad Universitaria. Av. del Desierto No. 18100. Cd. Juárez, Chih. C.P. 32310.

INTRODUCCIÓN

Las primeras plantaciones de nogal en la Comarca Lagunera fueron establecidas en 1948 y actualmente el valor de la producción de nuez ocupa el primer lugar entre los frutales de la región, con un valor de la producción de 182.4 millones de pesos (SAGARPA, 2003). La superficie sembrada en la Comarca en 2003 fue de 5534 ha con una producción de 7600 t.

El nitrógeno representa menos del 1% de la materia seca de un árbol, las hojas siendo el órgano más rico en nitrógeno (Bollmark *et al*. 1999). Las reservas de nitrógeno son compuestos de metabolismo mucho menos abundante que las reservas de carbono. Generalmente, el nitrógeno se almacena principalmente en la forma de aminoácidos y proteínas en las plantas perennes (Dickson 1989). Estas dos formas se pueden utilizar conjuntamente con los compuestos de almacenamiento de nitrógeno en los árboles pero a veces uno o el otro tiende a dominar (Kang *et al.* Tito 1980)

En el nogal pecanero la fertilización nitrogenada es esencial para aumentar la producción y mejorar la calidad, pero debe de estar bien balanceada, ya que el nitrógeno altera la composición de las plantas mucho más que cualquier otro nutriente mineral, pudiendo modificar el contenido de azúcares, contenido de proteínas y almacenamiento de lípidos o aceites (Marschner, 1986).

El nitrógeno constituye parte esencial de ácidos nucleicos y proteínas de las plantas, por ello es tan abundante en las plantas y esencial para el establecimiento de nuevas estructuras celulares, metabólicas y de codificación genética; su falta produce disminución del crecimiento y una movilización de las proteínas de reserva y estructurales y al no haber más presenta síntomas de deficiencia (Baker, 1983).

El objetivo de este trabajo fue analizar el comportamiento de los aminoácidos en el nogal *Carya illinoensis Koch* en tres etapas fenológicas en dos agroecosistemas de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de muestreo del presente estudio se llevó a cabo en 2 agroecosistemas diferentes, localizados, el municipio de Gómez Palacio y en el municipio de Torreón Coah.

El tipo de método de muestreo realizado consistió en un muestreo sistematizado el cual consistió en seleccionar las muestras utilizando un orden establecido.

Se seleccionaron 4 árboles adultos por parcela los cuales cuentan con una edad media de 40 años estos se encontraban en parcelas de 1 a 10 Ha. Los árboles se seleccionaron de forma intercalada en números pares en el centro de las parcelas esto para evitar el efecto de borde u orilla.

A cada árbol se le tomaron dos muestras por cada órgano del árbol, raíz, tronco, rama, crecimiento anual, hojas y almendras solo para la etapa de producción ya que en la etapa fenológica dormancia no hay presencia de hojas y frutos para el caso de las muestras de tronco y rama se utilizó un taladro Pressler, en el caso de las ramas un serrucho convencional y para la raíz un pico y navaja, las muestras fueron envueltas en papel canela etiquetadas y colocadas en un hielera con geles refrigerantes a una temperatura de 5 a 10 ºC. Una vez tomadas las muestras se trasladaron al Laboratorio de Biología y Ecología Forestal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango para su procesamiento y análisis bioquímico.

Determinación de aminoácidos.

Se pesaron 10 mg de polvo liofilizado en un tubo Eppendorf y se le colocó un balín de acero inoxidable más 500µl de una solución etanol/agua, 70/30: posteriormente se pasó a un vortex por 5 minutos. Las muestras se centrifugaron a 10,000 rpm a una temperatura de 4°C. La extracción de la solución de aminoácidos se colocó en un microtubo de polipropileno de 5 ml. La extracción de la solución de aminoácidos se repitió dos veces más. Los tres extracciones de aminoácidos se recolectaron en un tubo de polipropileno, se extrajeron 800µl de solución con aminoácidos más 200µl de solución de ninhidrina, los microtubos se pusieron a hervir por 10 minutos a 100°C después se dejaron a temperatura ambiente para su enfriado, se tomó la mezcla de los microtubos y se leyó en el espectrofotómetro a 570 nm para medir su absorbancia. Se realizó una base de datos en Excel y se analizaron los datos obtenidos. El

contenido de aminoácidos libres se determinó por el método de colorimetría a 570 nm como se describe en el método de la ninhidrina, Yemm y Cocking (1955), con leucina como estándar.

Análisis estadístico.

Se realizó un análisis estadístico de la prueba de Mann-Whitney, diseñada para el muestreo sistematizado con ayuda del programa estadístico PASW Statistics 18.

RESULTADOS Y DISCUSION

Torreón

En lo que respecta al sitio de Torreón solo hubo diferencias significativas en cuatro órganos del nogal *Carya illinoensis Koch* raíz, crecimiento anual hojas y frutos en los demás los aminoácidos tuvieron un comportamiento similar.

Los resultados del análisis de las aminoácidos en la raíz en las diferentes etapas fenológicas (Dormancia, Brotación y Desarrollo) en el sitio de muestreo Torreón muestran que existe diferencia significativa en la concentración de aminoácidos en al menos una de las etapas fenológicas ($H= 16.08$, $g.l= 2$, $P= 0.0003$)

Los resultados del análisis de las aminoácidos en el crecimiento anual en las diferentes etapas fenológicas (Dormancia, Brotación y Desarrollo) mostro que existe diferencia significativa en al menos una de las etapas fenológicas ($H= 15.86$, $g.l= 2$, $P= 0.0003$) la etapa fenológica desarrollo mostro una menor concentración de aminoácidos a las etapas de dormancia

En lo que respecta al análisis de aminoácidos en hojas en las diferentes etapas fenológicas (Dormancia, Brotación y Desarrollo) en el sitio de muestreo Torreón muestran existe diferencia significativa en la concentración de aminoácidos en al menos una de las etapas fenológicas ($H= 11.42$, $g.l= 1$, $P= 0.0007$) en lo que respecta a la etapa fenológica dormancia no se obtuvo ningún resultado puesto que en esta etapa aún hay ausencia de hoja, la etapa fenológica brotación mostro una mayor cantidad de aminoácidos.

Los resultados del análisis de aminoácidos en fruto en las diferentes etapas fenológicas (Dormancia, Brotación y Desarrollo) en el sitio de muestreo Torreón muestran existe diferencia significativa en la concentración de aminoácidos en al menos una de las etapas fenológicas ($H= 11.42$, $g.l= 1$, $P= 0.0007$), en lo que respecta a la etapa fenológica dormancia no se obtuvo ningún resultado puesto que en esta etapa aún hay ausencia de frutos, la etapa desarrollo mostro una mayor concentración de aminoácidos. (Tabla 1, Figura 1).

Gómez Palacio

En lo que respecta al sitio de Gómez Palacio solo hubo diferencias significativas en dos órganos del nogal *Carya illinoensis Koch* hojas y frutos en los demás los aminoácidos tuvieron un comportamiento similar.

Los resultados del análisis de aminoácidos en hojas en las diferentes etapas fenológicas (Dormancia, Brotación y Desarrollo) en el sitio de muestreo Gómez palacio muestran existe diferencia significativa en la concentración de aminoácidos en al menos una de las Etapas Fenológicas (H= 8.75, g.l= 1, P= 85 0.003), en lo que respecta a la etapa fenológica dormancia no se obtuvo ningún resultado puesto que en esta etapa aún hay ausencia de hoja, la etapa fenológica brotación mostro una mayor cantidad de aminoácidos (Tabla 2, Figura 2).

Los resultados del análisis de aminoácidos en fruto en las diferentes etapas fenológicas (Dormancia, Brotación y Desarrollo) en el sitio de muestreo Gómez Palacio muestran existe diferencia significativa en la concentración de aminoácidos en al menos una de las etapas fenológicas (H= 12.97, g.l= 1, P= 0.0003), en lo que respecta a la etapa fenológica dormancia no se obtuvo ningún resultado puesto que en esta etapa aún hay ausencia de frutos, la etapa desarrollo mostro una mayor de aminoácidos.

Tabla 1. Prueba de Kruskall Wallis entre órgano del nogal (*Carya illinoensis Koch*) por etapa fenológica por sitio en Torreón, Coah.

	H	g.l	P	Prueba de Conover
Raiz	16,08	2	0,0003	**D X= 148,12**
				B X= 83,06
				DE X= 98,11
Tronco	7,03	2	0,02	D X= 43,32
				B X= 49,12
				DE X= 38,27
Rama	4,95	2	0,83	D X= 72,00
				B X= 46,14
				DE X= 41,59
Crecmiento anual	15,86	2	0,0003	D X= 96,40
				B X= 70,65
				DE X= 44,50
Hojas	11,42	1	0,0007	D X= 0
				B X= 47,45
				DE X= 38,04
Fruto	11,42	1	0,0007	D X= 0
				B X= 50,02
				DE X= 86,94

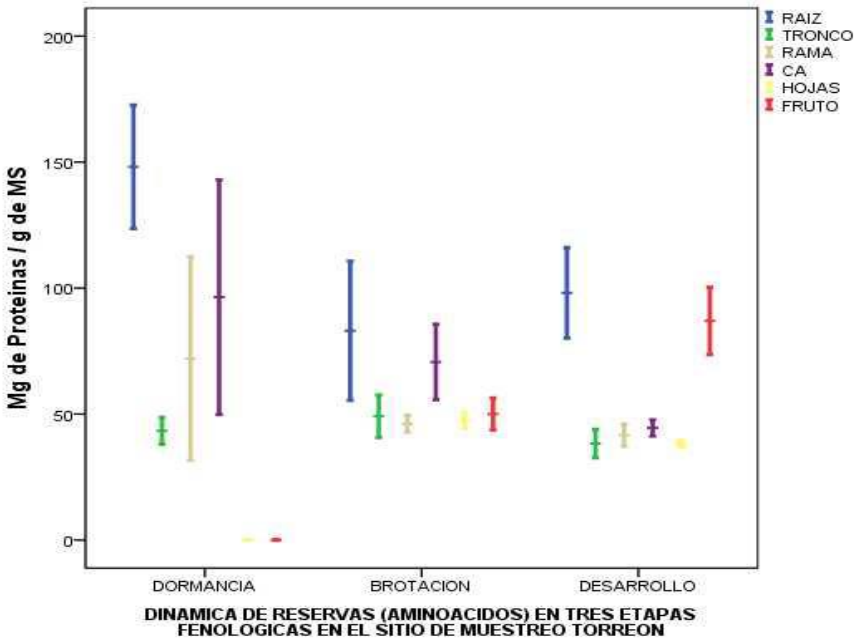


Figura 1. Concentración de aminoácidos en los diferentes órganos del nogal (*Carya illinoensis* Koch) en tres etapas fenológicas en el sitio de muestreo Torreón, Coah.

Tabla 2. Prueba de Kruskall Wallis entre órganos del nogal (*Carya illinoensis* Koch) por etapa fenológica por sitio en Gómez Palacio, Dgo.

	H	g.l	P	Prueba de Conover
Raiz	3,43	2	0,17	D X= 72,16
				B X= 88,43
				DE X= 67,94
Tronco	1,04	2	0,59	D X= 8,61
				B X= 13,13
				DE X= 17,51
Rama	0,66	2	0,71	D X= 46,59
				B X= 39,64
				DE X= 39,23
Crecmiento anual	3,43	2	0,17	D X= 43,56
				B X= 62,82
				DE X= 47,12
Hojas	8,75	1	0,003	D X= 0
				B X= 61,77
				DE X= 40,36
Fruto	12,97	1	0,0003	D X= 0
				B X= 0
				DE X= 52,45

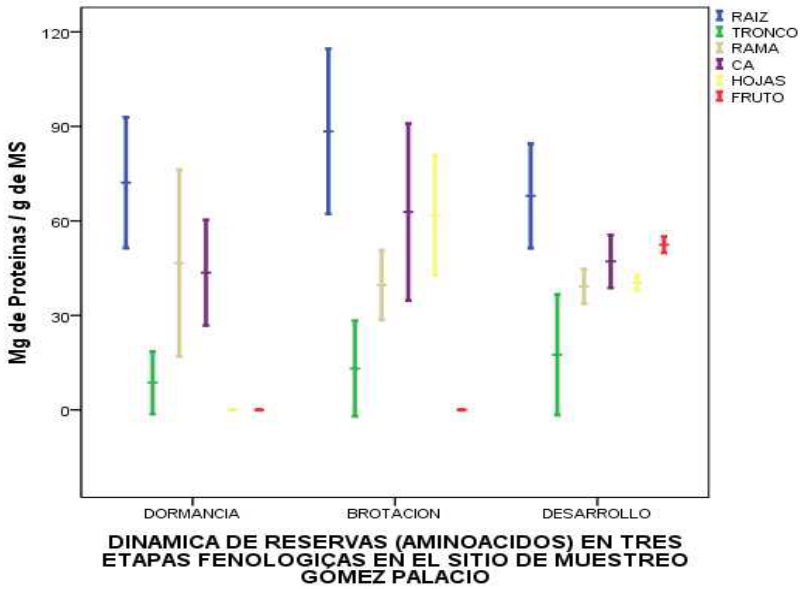


Figura 2. Concentración de aminoácidos en los diferentes órganos del nogal (*Carya illinoensis Koch*) en tres etapas fenológicas en el sitio de muestreo en Gómez Palacio, Dgo.

El objetivo de este trabajo fue ver la dinámica de los aminoácidos en el nogal *Carya illinoensis Koch* en 2 agroecosistemas, en tres diferentes etapas fenológicas en la literatura citada se menciona que el almacenamiento de las reservas es una de las principales funciones de los arboles con la adquisición de nutrientes, transporte, crecimiento, defensa y reproducción (Chapín *et al*. 1990).

En este trabajo los aminoácidos se concentraron mayormente en la etapa fenológica dormancia y brotación estos compuestos nitrogenados se comportaron de manera similar en estas etapas sin embargo los aminoácidos tuvieron una mayor concentración en la etapa fenológica dormancia en la literatura citada se menciona que estos compuestos son utilizados por el árbol conjuntamente aunque la mayoría de las veces uno de los dos tiende a dominar (Kang *et al.* Titus 1980), estas reservas tuvieron una movilización que va desde la raíz hasta las hojas y fruto de la etapa fenológica dormancia a la etapa de desarrollo lo que indica que estas ayudan al crecimiento y formación de nuevas estructuras en el árbol.

CONCLUSIONES

El análisis de aminoácidos en la biomasa del nogal *Carya illinoensis Koch* pueden ser de gran utilidad para conocer el comportamiento que tienen las reservas en el árbol, además se pueden establecer medidas de manejo más sustentables en los agroecosistemas lo que puede contribuir a una mejor producción de nuez en el nogal.

Pudimos observar que la dinámica de los aminoácidos tuvieron una movilización desde la raíz hasta las hojas y frutos del nogal, en las dos etapas dormancia-brotación hubo un patrón de comportamiento similar sin embargo, la concentración de aminoácidos fue mayor en la etapa fenológica dormancia en la raíz, la concentración de proteínas estuvo mayormente en las hojas, con esto se puede ver que los aminoácidos como precursores de proteínas ayudan a la formación de estructuras en las diferentes etapas fenológicas.

BIBLIOGRAFÍA

Barker, A. V.; D. J. Pilbeam. 2007. Handbook of plant nutrition. CRC press. Boca Ratón, USA. 613 p.

Bollmark L, Sennerby-Forsse L, Ericsson T (1999) Seasonal dynamics and effects of nitrogen supply rate on nitrogen and carbohydrate reserves in cutting-derived Salix viminalis plants. Can J For Res 29:85–94.

Chapin F. S., Kedrowski R A. 1983. Seasonal changes in nitrogen and phosphorus fractions and autumn retranslocation in evergreen and deciduous taiga trees. Ecology 64: 373 391.

Cooke 1. E. K., Weih M. 2005. Nitrogen storage and seasonal nitrogen cyc1ing in Populus: bridging molecular physiology and ecophysiology. New Phytologist 167: 19-30.

Dickson R. E. 1989. Carbon and nitrogen allocation in trees. Ann. Sei. For. 46: 631-647.

Kang S.M., Titus J.S. 1980. Qualitative and quantitative changes in nitrogenous compounds in senescing leaf and bark tissues ofapple. Physiologia Plantarum 50: 285-290.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2003. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria para la Región Lagunera Coahuila-Durango. Cd. Lerdo, Durango. Disco Compacto. Sukhatme P., V. and Balkrishna V, S. 1970. Sampling theory

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE *Taxodium mucronatum* EN DOS MICROSITIOS OPUESTOS DE LA RIVERA DEL RÍO NAZAS

Simón Adahir Jaritas Alvarado[1,3], Luis Manuel Valenzuela Núñez[1], Carmen Benítez Salazar[1], Uriel Calderón Villegas[1], Sonia Paulina Barraza Morán[1,2]

[1]Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Facultad de Ciencias Biológicas UJED
Av. Universidad S/N. Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35010.
Correo: saja_995@hotmail.com
[2]Reserva de la Biosfera de Mapimí. Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas. Av. Juárez y Galeana, S/N Col. Centro. Palacio Federal Segundo Piso Local 210-A. Torreón, Coah. C. P. 27000.
[3]Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango. Vivero las Auras Blvd. Miguel Alemán 900 Pte. Cd. Lerdo, Dgo. C. P. 35000.

INTRODUCCIÓN

El Estado de Durango presenta una alta diversidad ecosistémica, casi todos los tipos de vegetación de México se encuentran en el Estado, a excepción del bosque tropical perennifolio. (González-Elizondo *et al,* 2007).

La Zona árida y Semiárida del Estado de Durango forma parte de la Ecorregión del Desierto Chihuahuense (González-Elizondo *et al* 2007), donde debido a sus características fisiográficas y orogénicas se presenta un gradiente de humedad y temperatura desde la Sierra madre Occidental hasta las llanuras y bajíos del norte del estado, el cual es conocido como el Río Nasas (Valencia *et al*, 2003).

Estrechamente ligada al Río Nazas se encuentra la Vegetación Riparia, que generalmente está constituida por especies leñosas de rápido crecimiento como el álamo (*Populus fremontii* y *P. tremuloides*), sauce (*Salíx sp*.), ahuehuete *(Taxodium mucronatum*) y fresno (*Fraxinus sp.),* las cuales están dispuestas en bosques de galería (Valencia *et al*, 2003).

El ahuehuete *(Taxodium mucronatum*) dentro del Bosque de Galería es la especie más importante debido a su resistencia, abundancia y rol ecológico. Por desgracia las actividades humanas han sobreexplotado y fragmentado dichos ecosistemas, por lo tanto es muy importante monitorear estas comunidades vegetales en áreas naturales protegidas, generando alternativas de conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el muestreo en campo se utilizó: Flexómetro 50 m, Cintas métricas de distintas longitudes, regla pastica transparente, cuaderno de notas, lápiz, GPS y cámara fotográfica. Mientras que para el acomodo y análisis de datos se utilizó el software SPSS Statics 22 además de otros programas como el Microsoft Word y Excel.

Área de Estudio.

El Parque Estatal Cañón de Fernández se encuentra en municipio de Lerdo en la parte noroeste del Estado de Durango entre las coordenadas 25° 16’ y 28° 32’ de Latitud Norte y entre 103° 44’ y 103° 47 de Longitud Oeste.

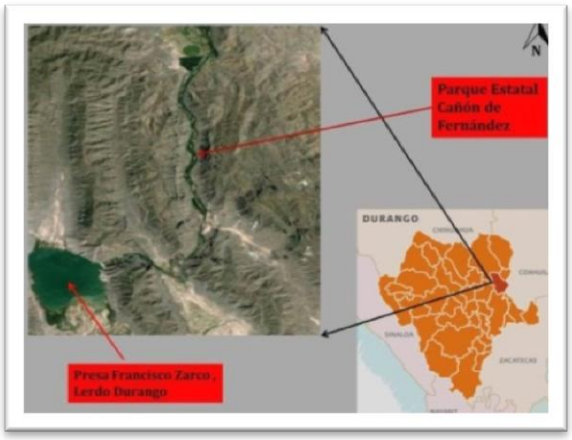


Figura 1. Ubicación de la Zona de estudio. Parque Estatal Cañón de Fernández y La presa Francisco Zarco en el municipio de Lerdo, Durango, México.

Muestreo.

Transecto en Banda.

El Transecto en Banda es un método que se aplica cuando la vegetación o la composición florística se distribuye a lo largo de un gradiente ambiental consiste en tender una línea o banda en la zona de estudio donde se lleva a cabo un conteo y medición de todos los individuos que se encuentran en su interior.

Selección de las Zonas de Muestreo.

La porción del Río Nazas que esta en el Parque Estatal Cañón de Fernández representa aproximadamente 33 km lineares, esto contemplado los límites del polígono de protección previamente establecidos en el Plan de Manejo del área (Valencia, *et al*. 2003). Para efecto de este estudio, solo se contemplaron 20 km lineales de rio, debido a que los 13 km restantes son predios privados y concesiones federales con acceso restringido.

En estos 20 km lineales de río para muestrear se eligió un punto al azar donde se muestrearon ambos márgenes del rio utilizando el Transecto en banda.

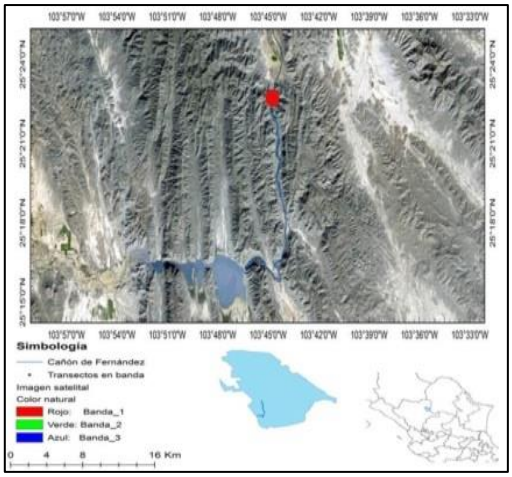


Figura 2. Imagen satelital donde se muestra el punto seleccionado al azar para realizar el muestreo comparativo.

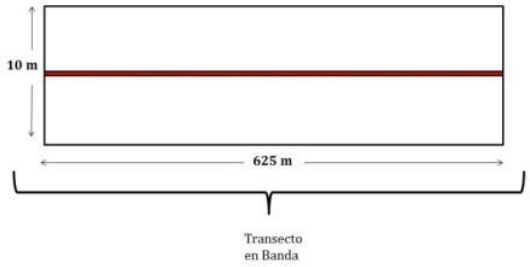


Figura 3. Se muestra la descripción de cada uno de los Transectos en banda, que se utilizaran en el muestreo de la vegetación riparia.

En cada transecto solo se muestrearon a los ahuehuetes (*Taxodium mucronatum)* tomando en cuenta las medidas del diámetro del tronco (DT), diámetro de copa (DC) y la altura en una franja de espacio de 10 m de ancho partiendo del margen del rio hacia la montaña y de 625 m de largo.

Análisis estadístico.

Una vez obtenidos los datos de ambos márgenes del rio, se sometieron a una prueba estadística de análisis de varianza de un factor con el método de Tukey a través del software IBM SPSS Statics 22.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El punto elegido aleatoriamente corresponde al paraje Don Benito (N 25° 23´ 10.1´´ W -103° 44´ 37.4) en el cual se establecieron los transectos en banda en cada uno de los márgenes del rio (uno enfrente de otro). Para el Transecto del margen derecho se muestrearon 31 ahuehuetes donde los valores máximos de Diámetro Tronco fueron 4.7 m, de Diámetro copa fue

37.3 m y la altura máxima fue de 35 m. Mientras que para el Margen Izquierdo solo se muestrearon 14 ejemplares arrojándonos los siguientes valores, el mayor diámetro tronco fue de 1.2 m, el mayor diámetro copa fue de 19 m y la máxima altura de 26 m. Estos datos preliminares nos indican que en el margen izquierdo del rio Nazas, encontramos una mayor abundancia y cobertura vegetal. Los datos obtenidos en primera instancia están directamente relacionados con el impacto ambiental negativo que ejercen las actividades agropecuarias en estas zonas forestales, desgraciadamente el manejo de recursos naturales no se realiza de forma sustentable, lo que lleva a una disminución de las zonas nativas forestales.

Tabla 1. Análisis estadístico prueba de Tukey.

Prueba de TUKEY						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Diámetro Tronco MD-MI	Entre grupos	38.598	1	38.598	43.138	.000
	Dentro de grupos	38.474	43	.895		
	Total	77.073	44			
Diámetro Copa MD-MI	Entre grupos	1360.466	1	1360.466	27.823	.000
	Dentro de grupos	2102.586	43	48.897		
	Total	3463.052	44			
Altura MD-MI	Entre grupos	1951.781	1	1951.781	67.436	.000
	Dentro de grupos	1244.539	43	28.943		
	Total	3196.320	44			

El análisis estadístico por medio de la prueba de Tukey es una comparación de variables. En este caso como en todas las variables obtuvimos un valor de significancia de .000, determinamos que existe diferencia significativa entre las variables de diámetro tronco, diámetro copa y altura en ambos márgenes del río.

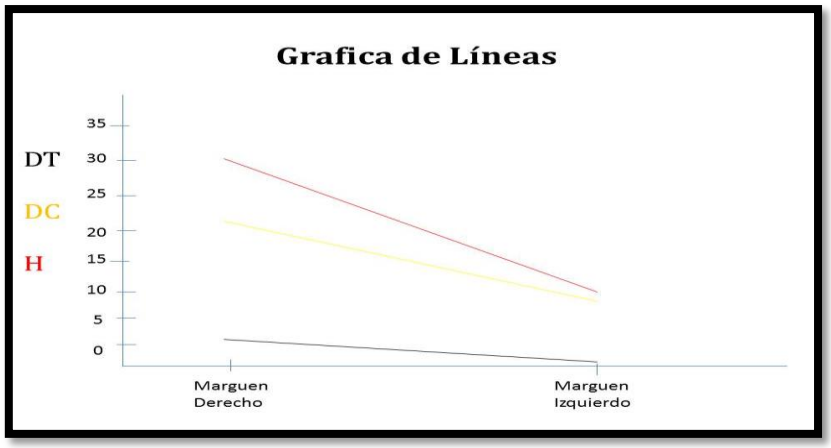


Figura 4. Se muestra la diferencia significativa de las variables en relación a los márgenes del río.

CONCLUSIONES

Las actividades agropecuarias es una de las principales causas de la perdida cobertura vegetal en nuestro país, el desmonte, la introducción de monocultivos y la extracción desmedida de agua traen como resultado la fragmentación de ecosistemas y la pérdida de biodiversidad. El ahuehuete (*Taxodium mucronatum*) forma parte de la vegetación riparia nativa del Nazas, que junto con otras especies brindan una serie de servicios ambientales que regulan directamente la calidad del ecosistema. Es de suma importancia seguir desarrollando investigaciones en campo para conocer el estado actual de estas comunidades autóctonas, para así crear instrumentos de conservación efectivos.

BIBLIOGRAFIA

CETENAL. 1977. Carta Uso del Suelo, La Loma. G13d34. 1:50,000.

Cushing, E. C. And J. David Allan. 2001. Streams. Their ecology and life. Academic Press.

Estrada, R. J. L. 2009. Caracterización del bosque de galería del rio Nazas (segmento presas Francisco zarco- San Fernando) con el uso de imágenes de alta resolución espacial. Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de agricultura y Zootecnia. División de estudios de posgrado. Tesis de maestría. Venecia, Dgo.

Franco J. 1989. Manual de Ecología. México. Trillas.

Garza H. A., E. Chacón y L. E Palacios. 2001. Estudio técnico justificativo para decretar “Cañón de Fernández como área natural protegida” (Municipio de Lerdo, Dgo.) Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango. Consultoría privada “Alfredo Garza Herrera”. Durango, Dgo, México.

González-Elizondo M. S. González-Elizondo M. y Márquez-Linares M. A. 2007. Vegetación y Ecorregiones de Durango, Durango México: Plaza Valdés SA de CV. 11 p.

Lara, F., Garilletti, R., Ramirez, P., Varela, J. M. 1996. *Estudio de la vegetación de los ríos carpetanos de la cuenca del Jarama*. Serie Monografías. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Ministerio de Fomento. Madrid.

Magdaleno, F. 2011. Estructura y composición de la vegetación de ribera. Universidad Politécnica de Madrid. España

Treviño G., E. J., C. Cavazos C. y O. A. Aguirre C. 2001. Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León. Madera y Bosques. Facultad de Ciencias

Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León, México. 7(1):13-25 p.
Valencia, C. C. M. 2003. Plan de Manejo del Parque Estatal “Cañón de Fernández”, en el municipio del Lerdo, estado de Durango. Comarca Lagunera, México.
Villareal *Q. J. A., M. A. Carranza P., E. Estrada C. y A. Rodríguez G.* 2006. Flora riparia de los ríos Sabinas y San Rodrigo, Coahuila, México. Acta Botánica Mexicana 75: 1-20.

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA Y DIVERSIDAD VEGETAL DE LA SIERRA DE LA INDIA, CUENCAMÉ, DURANGO, MÉXICO.

Uriel Calderón Villegas[1], Luis Manuel Valenzuela Núñez[1], Carmen Benítez Salazar[1], Simón Adahir Jaritas Alvarado[1,3], Sonia Paulina Barraza Morán[1,4]

[1]Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Facultad de Ciencias Biológicas UJED
[2]Av. Universidad S/N Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35010.
[3]Reserva de la Biosfera de Mapimí. Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas. Av. Juárez y Galeana, S/N Col. Centro. Palacio Federal Segundo Piso Local 210-A. Torreón, Coah. C. P. 27000.
[3]Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango. Vivero las Auras Blvd. Miguel Alemán 900 Pte. Cd. Lerdo, Dgo. C. P. 35000.

INTRODUCCIÓN

En todo el mundo existe una gran diversidad de ecosistemas y México no es la excepción (Conabio 1998), sin embargo aún existe un gran desconocimiento de la vegetación presente en muchas de estas regiones. El conocimiento de la diversidad biológica es esencial para el desarrollo de planes que nos permitan una mayor y mejor conservación, así como un manejo sostenible de los recursos con los que se cuenta en cada una de estos ecosistemas. En la actualidad existen numerosos factores que atentan contra la diversidad biológica; el crecimiento demográfico, el consumismo y la pobreza, el uso de tecnologías contaminantes, las prácticas productivas insostenibles ambiental y económicamente, entre otros, son elementos que provocan una reducción de la biodiversidad en todos los niveles.

El conocimiento de la estructura, conformación, distribución y desarrollo de las masas arboladas es importante, pues ayuda a clasificar y entender la influencia de los procesos que se han presentado en las mismas. Para llevar a cabo lo anterior se necesita definir la composición de especies, densidad de los árboles, estratos presentes e incluso la estimación del crecimiento potencial en las localidades donde crecen (Benavidez *et al.,* 2012). Por lo tanto es de suma importancia realizar investigaciones que nos permitan conocer la composición vegetal, las especies que integran cada uno de los ecosistemas, la forma en que están distribuidas y su fisionomía de acuerdo a las características físicas del lugar.

Por otra parte este tipo de estudios nos permiten tener una mejor visión de las reacciones y mecanismos que se llevan a cabo entre cada uno de los organismos que componen estas regiones, así como los cambios o sucesiones que se presentan a lo largo de un determinado espacio de tiempo y que nos permitan tomar las medidas necesarias para preservar aquellas de importancia para la estabilidad del ecosistema, ya que como es bien sabido la disminución de la vegetación ocasiona alteraciones, tales la erosión del suelo lo que conlleva al azolve de presas,

la recarga de los mantos acuíferos, sequias o por el contrario el aumento de las inundaciones ocasionadas por el desbordamiento de los ríos producto de las grandes cantidades de agua que escurre y no es retenida por el poco suelo producto de la erosión.

Actualmente se ha observado la relación de variables climáticas y ecológicas presentes en los ecosistemas con la distribución de la diversidad. Factores como el clima, la altitud (Kumar *et al*., 2009), la latitud (Willig *et al*., 2003), factores físicos del terreno, el grado de degradación o modificación del hábitat (Nichols *et al*., 2007) y las dinámicas temporales (Escobar *et al*., 2008) entre otros, han demostrado en distintos casos su relación significativa con la diversidad, por lo que pueden observarse diferencias entre las diferentes áreas estudiadas, aun incluso cuando estas se encuentran cercanas. Por todo lo anterior este trabajo tiene como objetivo conocer las características dasométricas de la vegetación arbórea y arbustiva en la sierra de la India, en Cuencamé, Durango, con la finalidad de conocer la estructura de la vegetación y la diversidad vegetal, así como la presencia de diferencias entre las áreas muestreadas.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El muestreo se llevó a cabo mediante el método de puntos en transecto dentro de las localidades Emiliano Zapata y San Sebastián del polígono que corresponde a la Sierra de la India, ubicada en el municipio de Cuencamé Durango en la latitud 24.4 N y longitud -103.9, dentro del desierto chihuahuense. En cada una de las localidades se muestrearon 10 puntos a una distancia de 50 metros entre cada uno de ellos, y cada uno de los puntos establecidos se dividió en cuadrantes y se midió un individuo para cada cuadrante, obteniendo un total de cuatro individuos por punto y cuarenta individuos por localidad. A cada uno de los individuos se le midió altura total mediante el método de la regla que consiste en que una persona de altura conocida se coloca junto al organismo y con una regla graduada se mide tanto la persona como el organismo desde el punto establecido, para después hacer una conversión mediante una regla de tres, el diámetro 1 y diámetro dos también en metros con una cinta métrica de 30 metros, y el diámetro del tronco en centímetros con una regla graduada. Posteriormente se sacó la cobertura mediante la fórmula:

$C = (D1 * D2) * 0.7854$

Donde:

C= cobertura

D1= diámetro 1

D2= diámetro 2

Con los resultados obtenidos se sacaron los estadísticos descriptivos; media, error típico de la media, desviación típica y la varianza. De igual manera se realizó una comparación para observar si existen diferencias estadísticas significativas entre los tres parámetros medidos en cada una de las localidades mediante la prueba de Mann-Witney en el programa PASW Statisics 18. Por último se realizaron los índices de diversidad alfa mediante el índice de Simpson que indica si realmente existe una mayor diversidad en algunas de las dos áreas y el índice beta de Whittaker que indica si existen recambios de especies en el programa estadístico PAST.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Se encontró un total de siete especies durante el muestreo; *Cylindropuntia imbricata, Acacia schaffnerii, Opuntia leucotricha, Celtis laevigata, Cordia boissieri, Prosopis sp., Opuntia robusta,* de las cuales todas se observaron en Emiliano Zapata, mientras que en San Sebastián únicamente se encontraron seis, siendo la especie más abundante *A. schaffnerii* en ambas localidades, seguida de *O. leucotricha* (Figura 1).

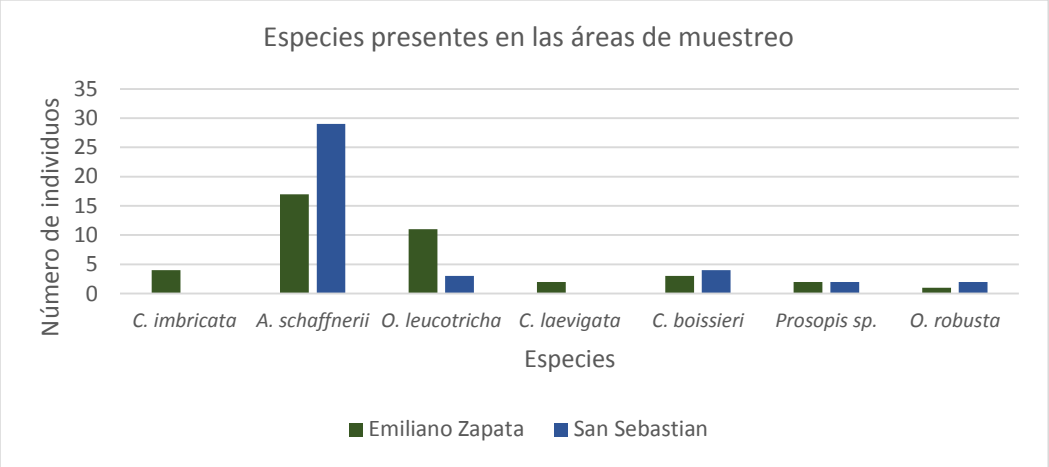


Figura 1. Número de individuos por especie encontrados en cada una de las localidades muestreadas.

En las tablas 1, 2, 3 se presentan las diferencias en los estadísticos descriptivos entre las dos localidades para *A. schaffnerii*, mientras que en las tablas 4, 5, 6 se observan las de *O. leucotricha*.

Tabla 1.- Estadísticos descriptivos para altura de *A. schaffnerii* en cada localidad.

Localidad	Media	Error tip. de la media	Desviacion tip.	Varianza
Emiliano Zapata	2.058	0.213	0.880	0.775
San Sebastián	1.770	0.263	1.402	1.966

Tabla 2.- Estadísticos descriptivos para cobertura de *A. schaffnerii* en cada localidad.

Localidad	Media	Error tip. de la media	Desviacion tip.	Varianza
Emiliano Zapata	12.11	2.161	8.911	79.40
San Sebastián	8.252	1.997	10.75	115.7

Tabla 3.- Estadísticos descriptivos para diámetro de tallo de *A. schaffnerii* en cada localidad.

Localidad	Media	Error tip. de la media	Desviacion tip.	Varianza
Emiliano Zapata	16.37	3.355	13.83	191.4
San Sebastián	10.33	2.628	14.15	200.3

Tabla 4.- Estadísticos descriptivos para altura de *O. leucotricha* en cada localidad.

Localidad	Media	Error tip. de la media	Desviacion tip.	Varianza
Emiliano Zapata	1.153	0.129	0.428	0.183
San Sebastián	1.260	0.427	0.739	0.547

Tabla 5.- Estadísticos descriptivos para cobertura de *O. leucotricha* en cada localidad.

Localidad	Media	Error tip. de la media	Desviacion tip.	Varianza
Emiliano Zapata	2.208	0.500	1.659	2.753
San Sebastián	2.714	2.079	3.602	12.97

Tabla 6.- Estadísticos descriptivos para diámetro de tallo de *O. leucotricha* en cada localidad.

Localidad	Media	Error tip. de la media	Desviacion tip.	Varianza
Emiliano Zapata	21.67	4.688	15.54	241.7
San Sebastián	22.00	7.767	13.45	181.0

Las pruebas de Mann-Whitney arrojaron que no existen diferencias estadísticas significativas en las alturas totales (U = 727.000, P = 0.482) y la cobertura vegetal (U = 716.500, P = 0.422) de las dos comunidades, sin embargo si hay diferencia en el diámetro de tronco (U = 559.500, P = 0.021).

De igual forma el índice de Simpson indica que la localidad más diversa fue la de Emiliano Zapata (0.775), mientras que aquella que presento la heterogeneidad menor fue San Sebastián (0.5212). En el caso del índice beta de Whittaker fue de 0.1428 lo que nos indica que no existen diferencias (recambios de especies) entre ambas localidades.

CONCLUSIONES

Aun cuando existen diferencias en el número de especies encontradas y que el índice de Simpson indica que la localidad de Emiliano Zapata es más diversa, las pruebas estadísticas muestran que no hay diferencias estadísticas significativas en los parámetros medidos de altura y cobertura, sin embargo si para el diámetro de tronco entre cada una de las áreas estudiadas. Por lo que es necesario realizar más muestreos en otras áreas del polígono con la intención de observar si la tendencia es la misma para toda la sierra.

BIBLIOGRAFIA.

Benavidez, M. H.M., Grandizo, F. D.Y.2012. Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del bosque de Chapultepec. Instituto de Ecología. Madera y Bosques. 18 (2); 51-71.

Conabio, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Escobar, F., Halffter, G., Solís, Á., Halffter, V. y Navarrete, D. 2008. Temporal shifts in dung beetle community structure within a protected area of tropical wet forest: a 35-year study and its implications for long-term conservation. *J. Appl. Ecol*., 45:1584-1592.

Kumar, A., Longino, J.T., Colwell, R.K. & O'Donnell, S. 2009. Elevational patterns of diversity and abundance of eusocial paper wasps (Vespidae) in Costa Rica. *Biotropica*, 41:338-346.

Nichols, E., Larsen, T., Spector, S., Davis, A.L., Escobar, F., Favila, M. & Vulinec, K. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biol. Conserv.*, 137:1-19.

Willig, M.R., Raufman, D.M. y Stevens, R.D. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale and synthesis. *Annual Rev. Ecol. Evol. S*. 34:273-309.

CONCENTRACIÓN DE ALMIDÓN EN DIFERENTES ÓRGANOS VEGETALES DE NOGAL PECANERO (*Carya illinoensis* Koch) VARIEDAD WESTERN EN TRES ETAPAS FENOLÓGICAS EN EL CAÑON DE FERNÁNDEZ, LERDO, DURANGO

Edwin Amir Briceño Contreras[1,2], Luis Manuel Valenzuela Núñez[1], Alan Eduardo Salas Camacho[1], Daniel Alejandro Espino Castillo[1,3], Juan Antonio Núñez Colima[1,2]

[1]Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Facultad de Ciencias Biológicas UJED
Av. Universidad S/N Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35010.
Correo: amir_320@hotmail.com
[2]Programa de Doctorado en Ciencias en Producción Agropecuaria, UAAAN-Unidad Laguna Periférico Raúl López Sánchez, Col. Valle Verde, Torreón, Coah. C. P. 27059
[3]Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, División Multidisciplinaria Ciudad Universitaria. Av. del Desierto No. 18100. Cd. Juárez, Chih. C. P. 32310.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del nogal pecanero, conocido también como nogal de nuez encarcelada (*Carya illinoensis* Koch), es un frutal caducifolio, y por su clasificación botánica pertenece a la familia Juglandaceae (Vargas-Piedra y Arreola-Ávila, 2008), es una especie nativa del norte de México y del este de Estados Unidos, siendo ambos países los que dominan la producción de nuez a nivel mundial (Martínez-Díaz y Jiménez-León, 2008). En el norte de México el nogal es cultivado en condiciones de riego para su explotación comercial, en regiones que presentan régimen climático de árido a semiárido (Zermeño-González *et al.*, 2014). El árbol de nogal alcanza una altura de 30 m y llega hasta una edad de más de 100 años en plena productividad y las plantas comienzan a producir nuez a partir del quinto o sexto año (Madero, 2003). En términos generales, las horas frías que requiere el nogal es de 400 a 1000 horas frío con una temperatura ≤ 7°C; en el caso de la variedad Western necesita 600 horas frío efectivo (HFE) y Wichita 400. Para zonas de baja acumulación de HFE se requiere una mayor proporción de variedad Wichita 80% y Western 20% como polinizador. Para zonas donde el frío llega temprano y se retira tarde la proporción es inversa (Grageda-Grageda *et al.*, 2013).

El contenido de almidón se considera el mejor indicador del nivel de carbohidratos, del estado fisiológico de los árboles y de su potencial productivo (Gamboa-Porras y Marín-Méndez, 2012). Por lo tanto, el almidón es el carbohidrato más abundante en las plantas y se encuentra en hojas, tronco y raíces, así como en flores y frutos Por otra parte, el almidón es una de las principales reservas, sintetizado a partir del CO_2 capturado de la atmósfera y del agua que toman del suelo (Tester *et al.,* 2004; Ortiz-Sánchez *et al.*, 2015).

El almacenamiento de reservas vegetativas varía de manera anual debido a que los tiempos de cambios estacionales no son los mismos. De igual manera, el almacenamiento de las reservas es una de las funciones fisiológicas principales de los árboles que permite diferenciar en el

tiempo la adquisición de nutrientes y la utilización; constituye un mecanismo de adaptación que asegura a los árboles frente a un medio ambiente de condiciones variables, haciendo posible el desarrollo de una estrategia que permite a las plantas optimizar el manejo de los recursos disponibles a lo largo del tiempo (Howe *et al.,* 2003). Por otra parte, las reservas vegetativas son recursos que se acumulan en las plantas y que pueden ser modificados a través de biosíntesis, necesaria para el crecimiento, mantenimiento y otras funciones en la planta durante etapas fenológicas (Chapin *et al.*, 1990).

La concentración de reservas disminuye gradualmente, es decir, dichas reservas disminuirán durante todo el año, pues una parte será utilizada para la respiración durante el invierno, otra para el crecimiento en verano y una más para la brotación en primavera (Valenzuela-Núñez *et al.*, 2014). En árboles deciduos (como el nogal), durante la etapa de dormancia, las raíces y los troncos alcanzan el máximo valor de almacenamiento de reservas, el cual disminuye a partir de la brotación de yemas y las primeras etapas de crecimiento intensivo de brotes y hojas (Larcher, 1980; Martínez-Trinidad *et al.,* 2013). Por otra parte, en árboles caducifolios presentan un comportamiento muy particular: en la etapa invernal el crecimiento en la raíz se incrementa y el crecimiento en el follaje disminuye, presentándose en el verano el efecto inverso, es decir el crecimiento del follaje se incrementa y el crecimiento de la raíz disminuye (Valenzuela-Núñez, 2006).

(Gamboa-Porras y Marín-Méndez, 2012), dan a conocer que se lleva a cabo una acumulación de reservas en las raíces en los meses previos a la floración (dormancia). Posteriormente, durante la floración (desarrollo) y cuajado de frutos, se produce una disminución de las reservas (Galán 1999; Gamboa-Porras y Marín-Méndez, 2012).

La determinación de reservas vegetativas en árboles caducifolios realizada por Valenzuela-Núñez *et al.,* (2006) y (2014), muestran que en los meses de junio a agosto, hay un máximo crecimiento vegetativo en árboles caducifolios (desarrollo), al finalizar la estación de crecimiento entre los meses de noviembre a diciembre el árbol entra en una etapa de reposo (dormancia), procurando evitar el período de heladas y finalmente en los meses de marzo - mayo en la estación de primavera, inicia la estación de crecimiento (brotación). Por lo tanto, estos períodos corresponden al máximo y mínimo de concentración de reservas vegetativas en árboles caducifolios.

El objetivo del presente trabajo fue analizar el balance de almidón (mg almidón/g MS) en diferentes órganos vegetales de nogal (*Carya illinoensis* Koch) variedad Western en tres etapas fenológicas (dormancia, brotación y desarrollo) en cuatro árboles en una huerta establecida en el Cañón de Fernández, en el municipio de Lerdo, Dgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el estado de Durango en el municipio de Lerdo en el rancho “El Refugio” en el Cañón de Fernández localizado en las coordenadas 25° 26’ 13.37’’ LN y -103° 45’ 28.65’’ LW. El clima del área de estudio es muy seco semicálido (BWh), con una precipitación total anual 217.7 mm, temperatura media anual de 22.8 °C y se ubica a una altitud media de 1,120 m. (INEGI, 2010).

El muestreo realizado fue de tipo sistematizado que consiste en seleccionar las muestras utilizando un orden establecido. Cuatro árboles adultos con una de edad promedio de 40 años fueron seleccionados en parcelas de 1 a 10 ha. La selección de árboles fue de forma intercalada en números pares, de la parte media de la parcela; para evitar el efecto de orilla. En cada árbol se tomaron dos muestras de c/u de los siguientes órganos (raíz, tronco, rama, crecimiento anual, hoja y fruto) estos dos últimos órganos se tomaban si estaban presentes). Las etapas fenológicas fueron: brotación (marzo – mayo) desarrollo (agosto – noviembre) y dormancia (diciembre – febrero).

Se extrajeron diferentes órganos vegetales en cada árbol muestreado, para el caso del tronco, se extrajeron virutas con la ayuda de un taladro Pressler, en el caso de ramas se utilizó un serrucho convencional y para la raíz se utilizó un pico, las muestras fueron envueltas en papel canela, etiquetadas y colocadas en una hielera con geles refrigerantes a una temperatura de 5-10 °C esto para evitar que la temperatura de ambiente no influya en la reacción enzimática del órgano vegetativo. Posteriormente se trasladaron las muestras al Laboratorio de Biología y Ecología Forestal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango para su procesamiento y análisis bioquímico.

Análisis bioquímico: se colocó 1 ml de agua destilada a los microtubos y se colocaron al vortex durante 1 minuto. Posteriormente se procedió a hervirlas en una plancha eléctrica durante 10 minutos a 100 °C para gelatinizar el almidón. Las muestras se centrifugaron a 2500 rpm durante 2 minutos, se extrajeron 300 µl del extracto y se colocaron en nuevos microtubos. Enseguida, se añadieron 900 µl de alcohol etílico absoluto; las muestras se centrifugaron nuevamente a 10,000 rpm durante 5 minutos, para precipitar el almidón en el microtubo. Se vació cuidadosamente el alcohol del microtubo para dejar solamente el almidón precipitado y se añadió 1 ml de agua destilada. Los microtubos se colocaron en el vortex durante 3 minutos. Se colocaron a cada uno de los microtubos 50 µl de solución de yodo. Finalmente, se tomó la lectura en un espectrofotómetro a 595 nm para leer la absorbancia, usando como testigo 1 ml de agua destilada y 50 µl de yodo, con almidón de arroz como estándar.

Análisis estadístico: se realizó la prueba de Kruskal-Wallis diseñada para el muestreo sistemático utilizando el programa estadístico SSPS 15.0. Los órganos vegetales se consideraron en algunas pruebas significativas con $P < 0.05$ y en otras no.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los análisis realizados se da a conocer que el órgano vegetal de raíz fue el que presentó mayor concentración de almidón en las tres etapas fenológicas y en base a la prueba de estadística, la etapa fenológica de brotación y dormancia presentaron similitud.

Raíz: Los resultados muestran que hubo diferencia significativa en las concentraciones de las etapas de dormancia y desarrollo con respecto a la concentración en brotación ($H= 9.78$, g.l.= 2, $P= 0.007521$). Las medias con mayor concentración se presentaron en la etapa de dormancia ($\chi= 117.38$ mg almidón / g MS), y desarrollo ($\chi= 114.43$ mg almidón / g MS), y finalmente la etapa de brotación ($x= 44.13$ mg almidón / g MS) (Cuadros 1, Figura 1).

Por lo tanto, los resultados concuerdan con lo obtenido por Rodríguez *et al*., (2002), Navarro-Cerrillo y Calvo (2003), Sanz-Pérez *et al*., (2004) y Gamboa y Marín (2012) que mencionan que en árboles en general, las raíces son el órgano vegetal que acumula mayor cantidad de almidón. De igual manera, los datos obtenidos en el presente estudio muestran que en lo que se refiere a la etapa fenológica con mayor concentración, los resultados coinciden de igual manera con los obtenidos por Rodríguez *et al*., (2002), Navarro-Cerrillo y Calvo (2003), Sanz-Pérez *et al*., (2004), Valenzuela (2006), Gamboa y Marín (2012), en los que se da a conocer que en la etapa fenológica de dormancia es donde se acumula mayor concentración de almidón en árboles leñosos o frutales, en este estudio pudimos observar que los resultados de los análisis del muestreo realizado en la etapa de desarrollo son estadísticamente similares al muestreo realizado en la etapa de dormancia, por lo que pudiera hacerse necesario en estudios futuros un muestreo con mayor frecuencia y con ello determinar con mayor precisión el período dentro de la etapa en que se lleva a cabo la mayor acumulación de almidón en la raíz.

Cuadro 1. Prueba de Kruskal-Wallis y Estadística descriptiva del balance de almidón para cada órgano vegetal por etapas fenológicas en el Cañón de Fernández, Rancho el Refugio, Lerdo, Durango (R= Raíz, T=Tronco, RM=Rama, CA=Crecimiento anual, H=Hoja y F=Fruto).

C.F. - Lerdo		N	Media	Desv. típica	Error típico	Mínimo	Máximo	H	g. l	P	Prueba Conover
R	DORMANCIA	8	**117.384**	84.659	29.931	32.65	241.02	9.78	2	0.007	**DOR= 117.38**
	BROTACION	8	44.132	15.901	5.622	30.13	67.89				BRO= 44.13
	DESARROLLO	8	114.436	51.193	18.099	62.23	197.45				**DES= 114.43**
	Total	24	91.984	65.208	13.310	30.13	241.02				
T	DORMANCIA	8	63.621	21.377	7.557	42.27	99.67	1.11	2	0.57	**DOR= 63.62**
	BROTACION	8	66.97	13.419	4.744	53.04	92.42				**BRO= 66.97**
	DESARROLLO	8	69.418	14.569	5.150	48.81	89.07				**DES= 69.41**
	Total	24	66.67	16.259	3.319	42.27	99.67				
RM	DORMANCIA	8	44.49	6.941	2.454	34.07	49.89	13	2	0.001	**DOR= 44.49**
	BROTACION	8	65.935	8.744	3.091	54.4	79.72				BRO= 65.93
	DESARROLLO	8	51.111	8.742	3.090	38.84	61.65				**DES= 51.11**
	Total	24	53.845	12.044	2.458	34.07	79.72				
CA	DORMANCIA	8	47.605	11.091	3.921	31.74	61.25	12.5	2	0.001	**DOR= 47.60**
	BROTACION	8	32.163	1.535	0.542	30.18	34.79				BRO= 32.16
	DESARROLLO	8	49.723	8.692	3.073	37.87	60.06				**DES= 49.72**
	Total	24	43.164	11.183	2.282	30.18	61.25				
H	DORMANCIA	8	0	0	0	0	0	16.4	2	0.000	DOR= 0.00
	BROTACION	8	32.586	1.297	0.458	31.7	35.59				**BRO= 32.58**
	DESARROLLO	8	31.847	1.138	0.402	30.08	33.32				**DES= 31.84**
	Total	24	21.477	15.546	3.173	0	35.59				
F	DORMANCIA	8	0	0	0	0	0	17.6	2	0.000	DOR= 0.00
	BROTACION	8	33.11	1.833	0.648	30.56	35.49				**BRO= 33.11**
	DESARROLLO	8	31.022	0.526	0.185	30.08	31.99				**DES= 31.02**
	Total	24	21.377	15.501	3.164	0	35.49				

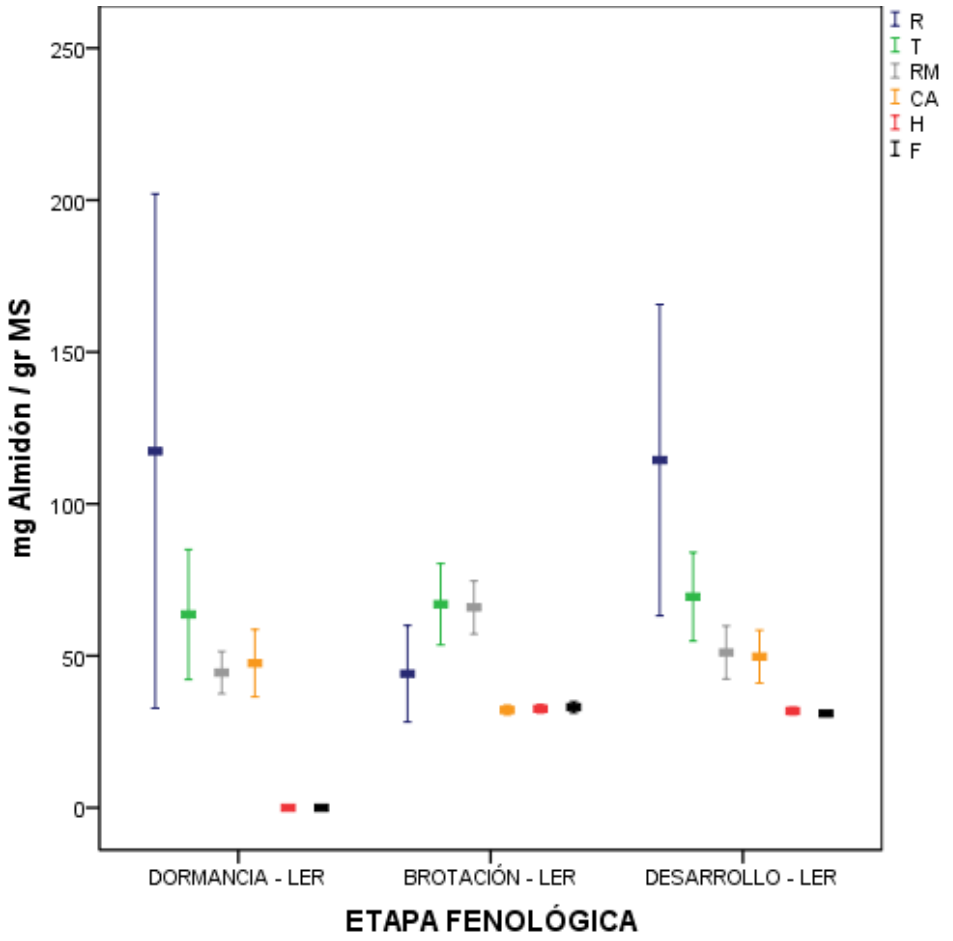


Figura 1. Balance de almidón para cada órgano vegetal por etapas fenológicas por sitio: Cañón de Fernández, Rancho El Refugio, Lerdo, Durango (R= Raíz, T=Tronco, RM=Rama, CA=Crecimiento anual, H=Hoja y F=Fruto).

CONCLUSIONES

La finalidad de este estudio fue evaluar la concentración de almidón en diferentes órganos vegetales de nogal en tres etapas fenológicas (dormancia, brotación y desarrollo). Se observó que la raíz en las etapas de dormancia y desarrollo presentaron mayor concentración con respecto a la etapa de brotación.

BILIOGRAFÍA

Chapin, F. S. Schulze, E.-D. y Mooney, H. A. (1990). The ecology and economics of storage in plants. *Annual review of ecology and systematics, 21*, 423-447.

Gamboa-Porras, J. R. y Marín-Méndez, W. (2012). Fenología, producción y contenido de almidón en árboles de mango en Guanacaste, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana, 23*(1), 81-91.

Grageda-Grageda, J. Fu-Castillo, A. A. Valdez-Gascón, B. Núñez-Moreno, J. H. Jiménez-Lagunes, A. Sabori-Palma, R. y Urías-García, E. (2013). *El clima y la producción de nogal pecanero*. Paper presented at the XIV Simposio Internacional De Nogal Pecanero 2013. Memoria científica 4.

Madero, E. (2003). La nuez pecán. *IDIA XXI (Argentina)*, 78-82.

Martínez-Díaz, G. y Jiménez-León, J. (2008). Composición florística en los huertos de nogal pecanero en México *Libro técnico* (Vol. 8, pp. 1 - 161).

Martínez-Trinidad, T. Plascencia-Escalante, F. O. y Islas-Rodríguez, L. (2013). La relación entre los carbohidratos y la vitalidad en árboles urbanos. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales Y Del Ambiente, 19*(3), 459-468.

Ortiz-Sánchez, I. A. Álvarez-Reyna, V. d. P. González-Cervantes, G. Valenzuela-Núñez, L. M. Potisek-Talavera, M. d. C. y Chávez-Simental, J. A. (2015). Concentración de almidón y proteínas solubles en tubérculos de *Caladium bicolor* en diferentes etapas fenológicas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6*(3), 483-494.

Valenzuela-Núñez, L. 2006. Comparaison interspécifique de la dynamique saisonnière de composés azotés et carbonés chez le chêne sessile (*Quercus petraea* Matt. Liebl), le chêne pédonculé (*Quercus robur* L.) et le hêtre (*Fagus sylvatica* L.) aux stades juvéniles et adultes: Effet de la défoliation et de la lumière sur la gestion des réserves. Tesis Doctoral. Pp. 1-132.

Valenzuela-Núñez, L. M. Maillard, P. González-Barrios, J. L. y González-Cervantes, G. (2014). balance de carbohidratos en diferentes compartimentos vegetales de encino (*Quercus petraea*) y haya (*Fagus sylvatica*), sometidos a defoliación y sombra. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, 13*(1), 33-38.

Vargas-Piedra, G. y Arreola-Ávila, J. G. (2008). Respuesta del nogal pecanero (Carya illinoensis K. Koch) a las aplicaciones foliares de nutrimentos. *Rev. Chapingo Ser. Zonas Áridas, 7*, 7-14.

Zermeño-González, A. Cruz-Santes, C. I. Munguía-López, J. P. Catalán-Valencia, E. A. Campos-Magaña, G. y Cortés Bracho, J. (2014). Efecto del sistema de riego y clima en la eficiencia del uso de agua de nogal pecanero. *Revista Terra Latinoamericana, 32*(1), 23-34.

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LA VEGETACIÓN LEÑOSA EN LA SIERRA EL ASTILLERO, CUENCAMÉ, DURANGO, MÉXICO

Carmen Benítez Salazar[1], Luis Manuel Valenzuela Núñez[1], Simón Adahir Jaritas Alvarado[1,2], Sonia Paulina Barraza Morán[1,3], Uriel Calderón Villegas[1]

[1]Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Facultad de Ciencias Biológicas UJED
Av. Universidad S/N Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35010.
correo: carmen.benitez91@gmail.com
[2]Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango. Vivero las Auras Blvd. Miguel Alemán 900 Pte. Cd. Lerdo, Dgo. C. P. 35000.
[3]Reserva de la Biosfera de Mapimí. Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas. Av. Juárez y Galeana, S/N Col. Centro. Palacio Federal Segundo Piso Local 210-A. Torreón, Coah. C. P. 27000.

INTRODUCCIÓN

En México hay una enorme diversidad de ecosistemas, no obstante, existe aún un desconocimiento de ellos en lo que se refiere a la vegetación en algunas regiones. La diversidad biológica es fundamental para el desarrollo de planes de conservación y uso sostenible de los ecosistemas y sus componentes, por lo que su conocimiento, cuantificación y análisis, es esencial para entender la naturaleza y los cambios inducidos por la actividad humana (Villareal *et al.,* 2004). Lo anterior ratifica el valor de los estudios de composición florística, permiten conocer las especies de un área geográfica, su distribución y fisonomía (Escobar, 2013). También tienen impacto sobre la conservación del ambiente, porque se consigue una visión más amplia de los mecanismos biológicos que allí operan. Con ello se logran propagar las especies encontradas y preservar las condiciones ecológicas que permitan su existencia (Baquero *et al.,* 2011).

Por demás sabemos que los recursos naturales de un país constituyen una base para su desarrollo económico, social y cultural, su utilidad práctica es evidente, ya que las actividades básicas del hombre e incluso la conformación de su pensamiento están relacionadas con el lugar en que vive (Díaz y Plascencia 1997).

La transformación acelerada de las superficies forestales en áreas de uso agropecuario o urbano ha sido uno de los procesos más comunes en varias regiones del país durante los últimos 30 años (Landa *et al*., 1998; Velásquez *et al.,* 2002; Salazar *et al.,* 2004). La disminución de la vegetación (asociada frecuentemente con la sobreexplotación) puede ocasionar diversas alteraciones en una región, tales como la reducción de la recarga de mantos acuíferos, el incremento de la tasa de erosión, el aumento de la tasa de azolve de presas y lagos, el aumento de inundaciones causadas por el desbordamiento de ríos y el cambio de las condiciones climáticas locales (Masera, 1996; Ordóñez *et al.*, 2000). Por lo que en la actualidad,

los estudios sobre los procesos dinámicos de los cambios de uso del suelo y deforestación son importantes y necesarios, ya que proporcionan información del comportamiento y las tendencias de los procesos de degradación, en los que intervienen factores ecológicos y socioeconómicos (Velázquez *et al.,* 2002; Priego *et al.,* 2004; Guerra y Ochoa, 2006).

Tomando en cuenta lo anterior, y resaltando que actualmente vivimos una crisis de pérdida de la biodiversidad, por el desconocimiento en el funcionamiento de los ecosistemas y su importancia, el estudio de la Sierra el Astillero, Cuencamé, Durango, resulta importante debido a su que por sus condiciones; la constitución de su suelo, su topografía, clima e historia geológica posee características particulares de un relicto boscoso. De esta manera, y considerando que no ha sido estudiada, es necesario, primeramente definir la estructura de la vegetación presente, además analizar los cambios en cobertura vegetal y usos del suelo en Sierra, para detectar áreas de afectación y perdida de diversidad para evaluar la magnitud de dichos cambio en el área de estudio, que se espera sirva como base fundamental para programas de manejo integral que considere la estructura y el funcionamiento del ecosistema, en su totalidad para un mejor aprovechamiento y conservación en pro de la biodiversidad de la región.

La Sierra del Astillero se encuentra ubicada en los estados de Durango y Zacatecas, comprendiendo los municipios de Cuencamé en el estado de Durango y los municipios de Juan Aldama, Miguel Auza y Sombrerete en el estado de Zacatecas.

El área de estudio que se pretende estudiar es el polígono de la Sierra correspondiente al municipio de Cuencamé Durango, cuya superficie es de 94. 461 km^2, posee elevación que va de los 2200 a los 2710 metros sobre el nivel del mar. Con coordenadas para un punto centroide de 103°46’35.18” longitud este y 24°9’5.9” latitud norte.

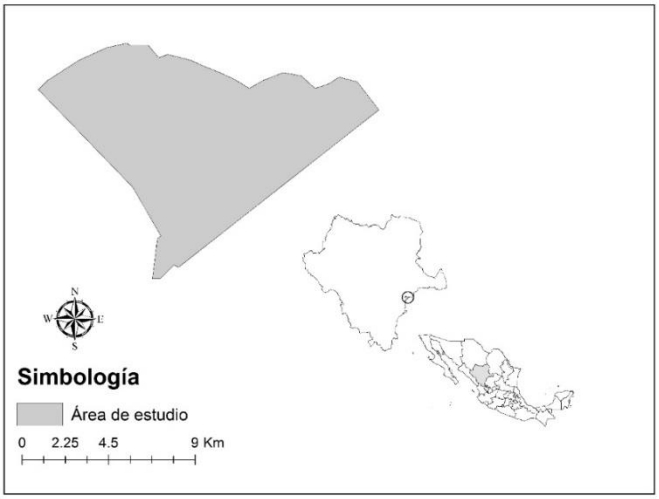


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio, Sierra del Astillero, Durango, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo de la población se realizó mediante el uso de la técnica de muestreo de vegetación cuadrante punto central (Franco, 1989) sobre transecto dentro del polígono de la Sierra correspondiente al municipio de Cuencamé. El número de puntos a muestrear fue de 20 a una distancia entre puntos de 125 m. Se llevó a cabo registros de los 4 individuos de cada punto tomando la altura total, cobertura de la copa y diámetro del tronco. Para llevar a cabo el análisis de la estructura del estrato arbóreo y arbustivo se utilizaron dos índices de valor estructural; el índice de valor de importancia (IVI) y el índice de valor forestal (IVF) para lo cual se estimaron las siguientes variables: dominancia relativa, dominancia absoluta, densidad relativa, densidad absoluta, frecuencia relativa, frecuencia absoluta, diámetro relativo, diámetro absoluto, altura relativa, altura absoluta, cobertura relativa y cobertura absoluta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 1. Indices de valor ecológico e índice de valor de importancia de las especies leñosas superiores en la Sierra del Astillero, Cuencamé, Durango.

	AB (m^2)	**DOA**	**DOR**	**DEA**	**DER**	**FEA**	**FRR**	**IVI**
Pinus cembroides	12.158	0.006	59.974	0.028	70.000	0.950	61.290	191.264
Quercus chihuahuana	7.623	0.003	37.604	0.011	27.500	0.550	35.483	100.588
Acacia schaffnerii	0.490	0.0002	2.421	0.001	2.500	0.050	3.225	8.147

AB=Area Basal; DOA=Dominancia absoluta; DOR=Dominancia relativa; DEA=Densidad absoluta; DER=Densidad relativa; FEA=Frecuencia absoluta; FRR=Frecuencia relativa; IVI=Indice de Valor

Cuadro 2. Índice de valor de importancia forestal de las especies leñosas superiores en la Sierra del Astillero, Cuencamé, Durango.

	DA	**DR**	**AA**	**AR**	**CA**	**CR**	**IVF**
Pinus cembroides	0.006	59.974	0.141	73.869	0.350	57.847	191.691
Quercus chihuahuana	0.004	37.604	0.047	24.693	0.247	40.826	103.123
Acacia schaffnerii	0.000	2.421	0.003	1.438	0.008	1.327	5.187

DA=Diámetro absoluto; DR=Diámetro relativo; AA=Altura absoluta; AR=Altura relativa; CA=Cobertura absoluta; CR=Cobertura relativa; IVF=Índice de Valor Forestal

Para la recolección de la información de campo, se diseñó un formulario específico que permite registrar cada una de las variables obtenidas para su posterior procesamiento y análisis de la información. A partir del análisis de los datos se obtuvieron parámetros ecológicos de frecuencia, densidad y dominancia de las diversas especies, para posteriormente obtener el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) y los parámetros diámetro, altura y cobertura para obtener el Índice de Importancia Forestal (I.V.F) para cada una de las especies. Se encontraron un total de 3 especies con 200 individuos lo que sugiere un bosque con tendencia a la homogeneidad por el predomino de unas pocas especies. De acuerdo con la información obtenida en el inventario, se encontró que el género más abundante es el *Pinus*, seguida del *Quercus,* mientras que el género más escaso es *Acacia*. Relacionando la densidad y la frecuencia de las especies se observó que estas no se presentan bien distribuidas en el área inventariada sino que se agrupan en manchas o conglomerados, frecuentes en la naturaleza debido a variaciones ambientales relativamente pequeñas pero importantes para los individuos que integran la población.

Índice de valor de importancia (IVI). El Índice de Valor de Importancia permite comparar el peso ecológico de las especies dentro de la comunidad vegetal. El género con mayor peso ecológico en el estudio realizado fue *Pinus* con 191.26, seguido de *Quercus* con 100.58. El género de menor importancia ecológica fue *Acacia* con 8.14.

Índice de valor Forestal (IVF). El género con mayor Índice de valor forestal en el estudio *Pinus* con 191.69 seguido de *Quercus* con 103.12. El género de menor índice importancia forestal fue *Acacia* con 5.18.

CONCLUSIONES

El estudio del bosque de la Sierra el Astillero, Cuencamé, Durango presenta géneros con alto peso ecológico como el género *Pinus* y el *Quercus* y otras con poca importancia como el *Acacia.*

El ecosistema estudiado presenta cierta tendencia a la heterogeneidad debido posiblemente al a presencia de especies que se desarrollan en manchas homogéneas y la intervención humana.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo pueden ser de utilidad en la modificación de algunos de aprovechamiento en el área de estudio corta aplicado en especies de importancia maderable.

BIBLIOGRAFÍA

Baquero, J., Gómez, G. y Orozco, J. (2011). Composición florística en la sonadora, Calarcá, Quindío. Armenia: Centro de Estudios e Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología - CIBUQ, Universidad del Quindío.

Díaz, M., Plascencia, M., (1997). Caracterización Fisonómica Ecológica de la Vegetación de la Subcuenca Oriental Puebla – Tlaxcala – Veracruz. Tesis Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.

Escobar, N. (2013). Diagnóstico de la Composición Florística Asociada a Actividades Agropecuarias en el Cerro Quinini (Colombia). Revista Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca.

Guerra, V. y Ochoa, S. (2006). Evaluación espacio - temporal de la vegetación y uso del suelo en la reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco (1990 - 2000). Investigaciones Geográficas, Boletín, núm. 59, Instituto de Geografía, UNAM, México.

Landa, R., Meave, J., y Carabias J. (1998). Environmental deterioration in rural Mexico: an examination of the concept. Ecological Applications, vol. 7(1).

Masera, O. (1996). Deforestación y degradación forestal en México, Documento de Trabajo núm. 19, Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, Pátzcuaro, Michoacán, México.

Ordóñez, F., Rosete O., Masera B. y Jong, F. (2000). Dinámica de cambio en la cobertura forestal y uso del suelo asociada a los almacenes y emisiones de carbono: el caso de Santiago Tingambato, Michoacán. Tesis de Maestría. Centro de Investigación en Ecosistemas, UNAM, Morelia, Mich., México.

Priego, Á., Cotler, H., Fregoso, A., Luna, N., y Enríquez C., (2004), La dinámica ambiental de la cuenca Lerma - Chapala, Gaceta Ecológica, núm. 71, INE-SEMARNAT, México.

Salazar, C., Zavala J., Castillo, O., y Cámara, R. (2004). Evaluación espacial y temporal de la vegetación de la Sierra Madrigal, Tabasco, México (1973 - 2003). Investigaciones Geográficas, Boletín, núm. 54, Instituto de Geografía, UNAM, México.

Velázquez, A., Mas, J., Díaz – Gallegos, j., Mayorga - Saucedo, R., Alcántara, P., Castro, R., Fernández, R., Bocco, G., Ezcurra, E. y Palacio, J. (2002). Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. Gaceta ecológica, vol. 62.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G. y Gast, F. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt.

MANEJO DE PLAGAS Y MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA

TRAMPAS PARA EL MONITOREO DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*) Y TRIPS (*Thrips tabaci* Linderman) EN TOMATE CON MALLA SOMBRA

[1]Nathanael Flores González, [1]Leticia Alfaro Hernández, [1]Juan Cabrera Reyes [1]Damián Aguilera Tapia, [1]Adrián Favela Zacarías, [2]Jesús Gabriel Castruita Mejía

[1]Instituto Tecnológico de Torreón. [&]Autor responsable: floresgn@hotmail.com. [2]Tesista

INTRODUCCION

La horticultura protegida se define como el sistema de producción que permite modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos hortícolas, con el propósito de alcanzar un crecimiento óptimo y con ello, un alto rendimiento. Este sistema permite ofrecer productos de alta calidad, con mejores precios de venta y con mayores niveles de inocuidad. La horticultura protegida contribuye a sustentar y fomentar el desarrollo agroindustrial, a generar divisas y empleo para el país y una vida más digna entre la gente del medio rural (Juárez *et al,* 2012).

Por otro lado, los cultivos sufren considerables pérdidas en rendimiento y calidad causados por el ataque de plagas y enfermedades. Las plagas y enfermedades son factores biológicos que interfieren en el desarrollo y la producción de los cultivos. Las malezas afectan al cultivo por competencia en luz, agua y nutrientes. Las plagas de insectos causan daño directo, mediante la alimentación o la oviposición o indirecto, mediante la transmisión de enfermedades de tipo viral. Las enfermedades de las plantas son causadas principalmente por hongos, bacterias y virus, que causan síntomas como marchitez, amarillamientos, necrosis, pudrición, cancros, etc., estos síntomas pueden presentarse en raíz, tallo y hojas de las plantas afectadas, que pueden causar la muerte del tejido o incluso la muerte de la planta.

Los invernaderos presentan condiciones climatológicas y ambientales propicias para el establecimiento y desarrollo de insectos, así como de enfermedades, malezas, nematodos y otros organismos que pueden mermar considerablemente la producción de los cultivos establecidos en estas condiciones. Por lo anterior, es fundamental un manejo fitosanitario adecuado dentro del invernadero.

El uso de trampas pegantes amarillas y azules ayuda a reducir las poblaciones de insectos nocivos y la aplicación de insecticidas. Sin embargo, debe considerarse que en estas trampas es posible encontrar también a controladores biológicos, especialmente avispas parasitoides. Las trampas pegantes pueden ser construidas con pedazos de plástico amarillo de diferentes tamaños de acuerdo al uso que se les dé, untados con algún pegamento especial de larga duración o simplemente con aceites vegetales o minerales (Cañedo *et al*., 2011).

La mosca blanca *Bemisia tabaci* es una de las plagas más ampliamente distribuidas en regiones tropicales y subtropicales del mundo donde afecta más de 600 especies de plantas cultivadas y silvestres (Cuéllar y Morales, 2006).

El trips amarillo daña al cultivo al raspar el tejido de las partes de crecimiento de las plantas y en las inflorescencias, para luego succionar la savia; sin embargo, su mayor importancia se debe a la transmisión del virus permanente del tomate, el cual se sospecha transmite también en tomatillo. En pepino, el trips es un problema importante por la deformación que causa en los frutos, algo parecido ocurre en chile (Cortez, 2007). Identificar la incidencia de mosca blanca y trips mediante trampas a través de monitoreo y muestreos en el cultivo de tomate.

MATERIALES Y METODOS

Delimitación del Área Experimental. La empresa Nidia Edith S. De P. R. De R. L. se ubica en la Comarca Lagunera y se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos. Se encuentra ubicada en los meridianos 102° 22´ y 104° 47´ longitud oeste, y los paralelos 24° 22´ y 26° 23´ latitud norte (SIAP, 2014). La altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 msnm. Según la clasificación de Köeppen modificado por García (2004), el clima es seco desértico o estepario cálido con lluvias en el verano e invierno frescos.

Instalación de Trampas en Malla Sombra. Se realizó la colocación en los puntos de referencia que se marcaron con rafia y se utilizaron dos tipos de trampas (amarillas y azules) en diferentes puntos de la malla sombra guiados por el mapa de ubicación. La instalación de trampas se realizaba cada 15 días, permitiéndonos hacer 4 muestreos por semana. Las trampas colocadas por cada hectárea fueron 15 trampas amarillas y 15 trampas azules. Dando un resultado de 30 trampas pegantes por hectárea. De acuerdo a la empresa se realizaron 4 colocaciones de trampas. Lo cual se realizaron cuatro colocaciones de trampas en 7 hectáreas 210 trampas colocadas 105 amarillas y 105 azules. El resultado de las cuatro colocaciones de trampas son de 840 trampas, un total de 420 trampas amarillas y 420 trampas azules.

Monitoreo de Mosca Blanca y Trips. Se llevó a cabo un recorrido en las mallas sombras para el conteo de mosca blanca y trips en las diferentes trampas (amarillas y azules) con lupa para llevar un registro de resultados. El muestreo se realizó dos veces por semana.

Conteo de Mosca Blanca y Trips en cada una de las Trampas. El conteo se realizó en cada trampa distribuida, primero se contó en las trampas amarillas ubicando la plaga de mosca blanca y después se realizó otro conteo en las trampas azules donde se ubicó la plaga de trips.

Registro de los Monitoreos. Los muestreos se llevaron a cabo en hojas de registro, donde el conteo están registrada las trampas por número uno hasta la última trampa. Los monitoreos se realizaban de acuerdo a la metodología de la empresa, se muestreaba cuatro veces por semana lunes-martes y jueves-viernes. Permitiéndonos dar un resultado en la empresa de las poblaciones de mosca blanca y trips. Después de haber realizado los muestreos de mosca blanca y trips. Los resultados obtenidos semanales se sumaban para obtener un índice de población de cada área recorrida. El número de trampas colocadas en cada hectárea fueron de 30 trampas pegantes, 15 amarillas y 15 azules. El registro de cada plaga en las trampas se realizó en dos formatos diferentes uno para mosca blanca y otro para trips. Se realizó una sumatoria del número de mosca blanca y trips en cada trampa divididas por el número de trampas colocadas (Murillo *et al*, 2009).

Materiales utilizados. Para realizar las actividades mencionadas se dispuso de los siguientes materiales: Trampas pegantes amarrillas, Trampas pegantes azules, Rafia calibre 3.8, Material de oficina para la captura de datos (hojas, computadora portátil, plumas, lápices).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se presentaron los 10 muestreos para mosquita blanca y trips que se llevaron a cabo en las hojas de registro, donde el conteo se observa que en el Módulo 2 del muestreo 2 el porcentaje de incidencia de mosquita blanca fue el mayor presentado con 20.8. Para trips en el Módulo 4 del muestreo 2 el porcentaje de mayor incidencia fue de 16.1. El menor valor de incidencia de mosquita blanca se presentó en el Módulo 3 muestreo 8 con 2.26. El valor más bajo de incidencia de trips se observa en el Módulo 4 del muestreo 3 con 2.4. También se hicieron los concentrados de porcentajes de incidencia de mosquita blanca y trips en el cultivo de tomate. La incidencia de mosquita blanca más alta se presentó en el mes de agosto en el Módulo 1 con 24.4 y el valor más bajo se observa en el mes de agosto en el Módulo 9 con 6.62. En cuanto a incidencia de trips fue en el Módulo 1 del mes de agosto en el invernadero 6 (Figura 1). La lucha contra las plagas agrícolas constituye una de las principales preocupaciones de la mayoría de los agricultores, no solamente por las afectaciones y pérdidas ocasionadas por estos organismos, sino por los costos de las medidas de control y las limitaciones que se producen para la comercialización de los productos agrícolas, en unos casos por disminución del valor comercial debido a que no cumplen los requisitos de calidad, y en otros porque cada día hay mayores exigencias de procesos de producción más limpios, que garanticen productos agrícolas libres de residuos tóxicos, y contaminados por enfermedades, virus causados por

plagas. Los indicadores que puede utilizar el agricultor para decidir las intervenciones o prácticas de control fitosanitario pueden ser los siguientes:

Población de la plaga. Es lo más usual y clásico, se basa en conocer la población de la plaga (índice o umbral económico) en que se debe realizar una intervención o práctica de control que reduzca dicha población antes de que alcance el nivel de daño económico, que es cuando el ataque se expresa en pérdidas significativas en la producción del cultivo (Vázquez, 2010).

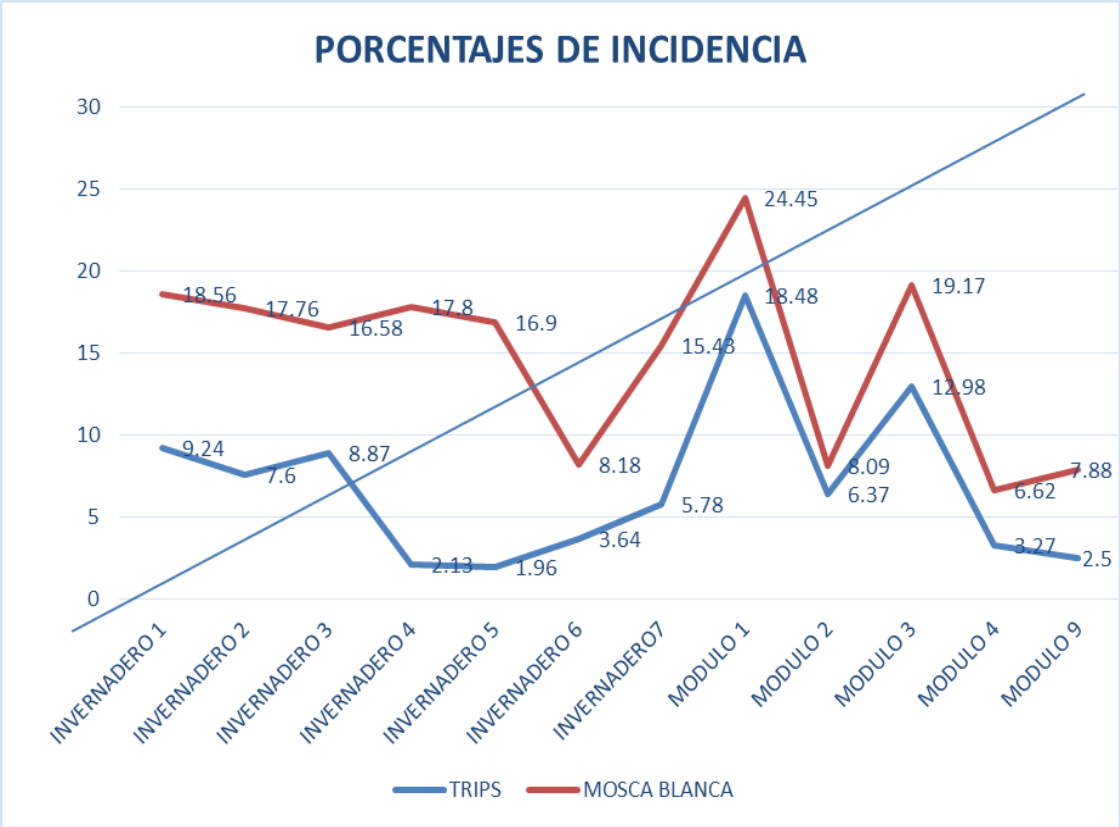


Figura 1. Monitoreo mosca blanca y trips. Mes de agosto.

CONCLUSIONES

La utilización de dos trampas pegantes, las amarrillas para mosca blanca y las trampas pegantes azules para trips, nos ayudan a identificar la incidencia de estas dos plagas. Además de que al reducir la presencia de mosca blanca y trips con trampas, se presenta un bajo costo de trampas pegantes. Una de las limitantes que se presentaron en la investigación fueron los cambios bruscos de temperaturas, como lo fueron las bajas temperaturas, provocando que las poblaciones de plagas emigren a otros cultivos o simplemente mueren o cumplen su ciclo de

reproducción. Otro de los cambios de clima que se presentaron fue la presencia de periodos lluviosos, resultando imposible llevarse a cabo el monitoreo y muestreo de mosca blanca y trips.

La utilización de trampas pegantes para el monitoreo y muestreo de plagas en la Comarca Lagunera ha surgido como una alternativa para disminuir la población de plagas en hortalizas, además se reduce el número de aplicaciones de insecticidas o fungicidas.

BIBLIOGRAFIA

Aguilar, G. M. G.; Holguín, P. R. J. 2013. Estrategias de manejo fitosanitario en agricultura protegida. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 29 p.

Bastida,T. A.; Ramírez, A. J. A. 2008. Los invernaderos en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 123 p.

Cañedo, V.; Alfaro, A.; Kroschel, J. 2011. Manejo integrado de las plagas de insectos en hortalizas Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú.

Cortez, M. E. 2007. "Medidas alternas para el manejo de insectos vectores de virus en hortalizas". en Memoria curso de alternativas contra vectores de virus en hortalizas. Fundación Produce Sinaloa, A.C. Culiacán, Sinaloa, México, pp. 23-37.

Cortez, M. E. 2008. "Insecticidas biorracionales para el manejo efectivo de poblaciones de mosca blanca en tomate" en Memoria jornada de divulgación ventana fitosanitaria contra mosquita blanca en tomate. Fundación Produce Sinaloa, A.C. Culiacán, Sinaloa, México, pp. 7-15.

Cuéllar, M. E.; Morales, F. J. 2006. La Mosca Blanca *Bemisia tabaci* Gennadius) como plaga y vectora de virus en fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Colombiana de Entomología. Vol. 32. Pág. 1-9.

Del Bosque, V. G. A.; Rodríguez, G. R.; Zermeño, G. A.; Jasso, C. D. 2012. Evaluación de un modelo físico de simulación del clima en invernadero con ventilación natural. México. Agrociencias. 46:427-440.

FAO. 2009. La FAO en México. Más de 60 años de cooperación 1945-2009. 370 p.

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen, adaptado para las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. Quinta Edición Offset. Lario Ed. S.A. Serie de libros. 69 p.

Garzón, T. J. A.; M. C. Avilés; G. A. Borja; S. Velarde; J. L. Martínez. 2007. Validación del paquete tecnológico para el manejo de virus transmitidos por mosquita blanca al tomate en el estado de Sinaloa. Fundación Produce Sinaloa, A.C. Culiacán, Sinaloa, México, 25 pp.

Ghizzoni, F.; Marini, J. M.; Borello, M.; Bonetti G.; Carignano, G.; Fernández, G.; Roggero, M.; Bonetti, F.; Actis, O.; Centeno, A.; Cortés, E. 2010. Descripción de trips y pulgones. Infoplagas de INTA Villa María. Marzo de 2010, Nº 184.

Juárez, L. P.; Bugarín, M. R.; Sánchez, M. A. L.; Balois, M. R.; Juárez, R. C.; Cruz, C. E. 2012. Horticultura protegida en Nayarit, México: situación actual y perspectivas. México. Biociencias. 14:16-24.

Marlow, D. 2013. Selecciona la cubierta adecuada para tu invernadero. Revista Productores de Hortalizas. México. 29 pág.

Moreno, T. M.; Valera, M. D. 2011. Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico. Universidad de Almería. Almería, España. 117 p.

Murillo, A. B.; Córdoba, M. M. V. 2009. "Innovación tecnológica de sistemas de producción y comercialización de especies aromáticas y cultivos élite en agricultura orgánica protegida con energías alternativas de bajo costo". Megaproyecto SAGARPA-CONACYT (2009-II, clave 126183).

Ponce, C. P. 2012. Controla plagas y enfermedades en invernadero. Revista Productores de Hortalizas. México.

Santos, C. B.; Melián, H. V.; Perera, G. S.; Trujillo, D. L.; Solaz, L. C.; Amador, M. S. 2009. Guía de lucha contra las plagas de las hortalizas. Revista servicio técnico de agricultura y desarrollo rural, área de Agricultura. Ganadería. Pesca y Agua.

SAS. 2012. *SAS/STAT® User's Guide*. Version 9.3. Institute Inc., Cary, NC, EEUU. *Plant Soil 15*: 134-154.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. Invernaderos rústicos. México. 12 p.

SIAP. 2014. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/. Fecha de Consulta: Junio 2014.

Vázquez, M. L. L. 2010. Manejo de plagas en la agricultura ecológica. Boletín fitosanitario. Vol:15. 7 Pág.

IDENTIFICACIÓN DE ARTRÓPODOS DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA PARA EL CULTIVO DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L-) EN EL SUR DE SONORA Y NORTE DE SINALOA, MÉXICO.

[1]Ochoa Espinoza Xochilt Militza, [1]Aguilera Molina Néstor Alberto, [1]Montoya Coronado Lope, [1]Armenta Castro Cesar Martin, [1]Valenzuela Borbón Jesús Rafael.

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug. Email: Ochoa.xochilt@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La higuerilla (*Ricinus communis*) es una planta originaria de África, tiene una distribución mundial y actualmente puede encontrarse de manera silvestre en gran parte del territorio nacional. En la actualidad esta planta es cultivada en distintos países para aprovechar su aceite el cual es usado en la industria farmacéutica, automotriz y también en la elaboración de jabones y tinturas. Los países productores más importantes son: India con 840,000 ha, China 210,000 ha, Brasil 159,205 ha, Paraguay 11,000 ha y una producción de semilla de 1,098,000, 190,000, 90,384, 13,000 toneladas respectivamente (FAOSTAT, 2014).

En México su cultivo es relativamente nuevo y se ha tratado de implementar en distintos estados como: Chiapas, Michoacán, Jalisco y Guanajuato (Gonzales *et al*., 2011; Rico *et al*., 2011; Solís *et al.,* 2011; Hernández *et al.* 2012) en el estado de Sonora apenas en el 2014 se iniciaron pruebas comerciales y a partir del 2015 se sembraron cerca de 4,000 has en el Sur de Sonora y Norte de Sinaloa, y ya para el 2016 el área de siembra creció en esta misma región con un área aproximadamente de 15,000 has.

Al ser este un cultivo nuevo en la región es importante determinar las especies de insectos presentes que causen daño al cultivo, para así evitar las pérdidas económicas por acción de las plagas.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El presente estudio se llevó a cabo en distintas parcelas comerciales y experimentales ubicadas en la Costa de Hermosillo, Valle de Guaymas-Empalme, Valle del Yaqui, Valle del Mayo en el estado de Sonora y Fuerte Mayo en el estado de Sinaloa. La toma de datos consistió en visitas semanales a dichos predios desde el periodo de emergencia del cultivo hasta su cosecha por dos ciclos agrícolas desde enero de 2015 hasta junio de 2016, en dichas visitas se revisaban distintos puntos de la parcela donde se efectuaba un muestreo visual en busca de daño en las plantas y en caso de haberlo se buscaba y se capturaba al insecto causante del mismo para ser trasladado al laboratorio de entomología del Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB)

donde con ayuda de un estereoscopio y bibliografía de referencia se procedía a identificar a los especímenes capturados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se encontraron distintas especies de artrópodos causando daño económico en la región de estudio las cuales se presentaron de manera general en las parcelas tanto de Sonora como de Sinaloa. A continuación se enlistan:

Gusano Trozador (Figura 1) (*Agrotis ípsilon* Hufnaguel) (Lepidoptera: Noctuidae): Esta plaga ataca a una gran cantidad de cultivos en la región tales como el Maíz (*Zea maiz*), Sorgo (*Sorghum bicolor*), Cártamo (*Carthamus tinctorius*), Canola (*Brassica napus*) entre otros (Pacheco. 1985; Muñoz *et al.*, 1999) y es muy común encontrarla en el Sur de Sonora y el Norte de Sinaloa, esta especie ataca durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo alimentándose de los tallos de las plántulas lo que causa su marchitez inmediata, debido a que en el cultivo de higuerilla se manejan densidades muy bajas (alrededor de 2 plantas por metro lineal) un ataque severo de esta especie puede ser devastador para el cultivo.

Figura 1.- Gusano trozador. (*Agrotis ípsilon*)

Gusano Soldado (Figura 2) (*Spodoptera exigua* Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae): esta es una especie muy común en el Noroeste del país, ataca a un gran número de cultivos tales como el Algodonero (*Gossypium hirsutum*), Soya (*Glycine max*), Cártamo (*Cartamus tinctorius*), Remolacha (*Beta vulgaris*) entre otros (Machain *et al*., 1975; Ochoa *et al*., 2011). Las larvas es esta especie son defoliadoras y pueden afectar de manera considerable al cultivo en especial

cuando este se encuentra en etapas tempranas cuando el follaje es escaso, conforme la planta se desarrolla se siguen presentando poblaciones de esta especie sin embargo como el área foliar es muy grande el daño ocasionado es amortiguado por la planta. Esta plaga se presentó en la totalidad de los predios monitoreados y en algunos casos fue necesaria la aplicación de productos químicos para su control.

Figura 2.- Gusano soldado.

Trips (Thysanoptera: Thripidae): Los trips se presentan de manera muy abundante durante la segunda mitad del mes de abril y durante todo mayo, esta especie se ubica en el envés de la hoja donde raspan y chupan la savia de la misma ocasionando que las hojas se engrosen y tomen una textura acartonada para después marchitarse y caer. Al igual que en las especies antes mencionadas el daño es más grave cuando se presentas poblaciones de esta especie durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo cuando la planta cuenta con el follaje suficiente para amortiguar el daño de esta especie (Figura 3), a su vez se encontró que cuando el cultivo presenta un déficit de humedad en el suelo el daño por este insecto es más severo. En algunas localidades fue necesaria la aplicación de productos químicos para el control de esta especie. A su vez en siembras de otoño invierno es muy común encontrar la presencia del trips negro en los racimos de la planta en poblaciones sumamente altas, sin embargo no se aprecia daño al cultivo ni afecto al rendimiento, sin embargo es importante mantenerse al pendiente de las poblaciones de esta especie para poder tomar acciones oportunas en caso de la aparición de daño. Durante los ataques antes mencionados se tomaron muestras de los adultos para ser identificados por un especialista.

Figura 3.- Daño causado por trips.

Gusano de la capsula (*Heliothis virescens*) (Lepidoptera noctuidae): Esta especie de gran importancia en la región, es la plaga principal de distintos cultivos como el algodonero (*Gossypium hirsutum*), el garbanzo (*Cicer arietinum*) entre otras (Armenta y Armenta 2004). Si no es atendida puede causar grandes pérdidas en los cultivos antes mencionados. Las larvas de esta especie se presentaron de manera constante a lo largo de las parcelas monitoreadas sin embargo el daño por ellas no fue grave por lo cual en ninguna de las parcelas fue necesario tomar acciones para su control. Dichas larvas se encontraron en bajas poblaciones alimentándose de las capsulas cuando estas se encuentran tiernas, creando un pequeño orificio donde la larva se alimenta, es importante mantenerse al tanto de dicho daño.

Complejo de chinches: Durante los muestreos realizados a lo largo de las parcelas se encontró la presencia de distintas especies de Hemípteros en distintas plantes de la planta como los tallos, hojas inflorescencia y racimos, estas fueron detectadas de manera esporádica y en bajas poblaciones a lo largo de las localidades del estudio y en ninguno de los casos fue necesario llevar a cabo acciones para su control, las especies observadas son las siguientes: Chinche Lygus (*Lygus lineolaris*), Chinches apestosas (*Nezara viridula, Euschistus servus*), chinches manchadoras del algodón (*Largus cinctus*), las especies antes mencionadas son muy comunes en la región, las primeras dos afectan a una gran cantidad de cultivos como: Soya (*Glycine max*), Cártamo (*Carthamus tinctorius*) entre otros (Pacheco. 1985, Montoya. 2010) y es muy común encontrar a las otras merodeando en los cultivos de la región.

En algunas localidades donde las parcelas estuvieron ubicadas en terrenos cerca de la sierra o llanos se presentaron infestaciones leves de chapulin (*Romalea microptera*), gusano peludo (*Estigmene acrea*) y gusano telarañero (*Loxostegue rantalis*), si bien la presencia de estas especies fue baja es importante considerarlas como plagas potenciales del cultivo.

En algunos trabajos sobre este mismo tema realizados en el Sur del país algunos autores mencionan que la higuerilla tiene una gran cantidad de artrópodos relacionados a ella, sin embargo se considera como plagas principales del cultivo a la chinche apestosa (*Nezara viridula*), gusano peludo (*Estigmene acrea*) chinches del genero falconia. Y la chinche de encaje (*Corythucha gossypii*) (López *et al*., 2013; López *et al*., 2015) lo cual coincide con lo reportado por Solís *et al.,* 2011 quien menciona que en el estado de Chiapas las especies más comunes atacando a la higuerilla son la chinche de encaje y gusano peludo Hernández *et al.* 2012 En su folleto de producción de higuerilla para el estado de Guanajuato coincide con la presencia de chinche de encaje y además agrega a diabrotica (*Diabrotica balteata*) como plagas principales en su estado, en un folleto para producir higuerilla en el estado de Jalisco (Gonzales *et al*., 2011) menciona que la plagas principales que atacan al cultivo en el estado son la gallina ciega (*Phyllophaga* sp.), gusanos de alambre (*Agriotes* sp.) y coincide con los demás autores mencionando a la chinche de encaje y a la chinche apestosa. Y por último Rico *et al*., 2011 coincide con las reportadas para el estado de Michoacán con diabrotica y chinche de encaje como plagas principales del cultivo en este estado.

CONCLUSIONES

Es importante mencionar que las especies mencionadas por los autores están presentes en la región sin embargo no se presentaron como plagas para el cultivo de higuerilla. Por lo que es importante que en trabajos posteriores se ponga especial atención a la presencia de estas especies. Sin embargo los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con lo reportado por Robles 1980. Que menciona que entre los insectos para los que es atractiva la higuerilla se encuentran los trips, el gusano bellotero, el gusano peludo, ácaros (*Tetranychus* sp.) y minadores de la hoja.

BIBLIOGRAFÍA

Armenta. C. I. y C. M. Armenta. C., 2004. Guía para el manejo fitosanitario del cultivo de garbanzo en el Sur de Sonora. INIFAP-CIRNO-CEMAY. Folleto para productores No. 20. Navojoa, Sonora, México. 36 p.

FAOSTAT 2010. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Estadísticas. http://faostat.fao.org. Fecha de consulta 29/07/2016.

Gonzales, A. A. K. García. M., M. A. Hernández. G., H. R. Rico. P., M. Hernández. M., J. L. Solís. B., A. Zamarripa. C. 2011. Guía para cultivar Higuerilla (*Ricinus communis* L.) en Jalisco. INIFAP-CIRPAC-CECAJ. Folleto Técnico No. X. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 45 p.

Hernández, M. M., A. Zamarripa. C., R. Teniente. O., A. González. A. y J. L. Solís B. 2012. Guía técnica para la producción de higuerilla (*Ricinus communis* L.) en Guanajuato. INIFAP-CIRCE-CEBAJ. Folleto técnico No. 1. Celaya, Guanajuato, México. 39 p.

Pacheco, M. F. 1985. Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. INIA-CIANO-CEVY. Libro técnico No. 1. Ciudad Obregón Sonora. México. 414 p.

López. G. G., J. Gómez. R., J. F. Barrera. G., E. Herrera. P. M. Hernández. A., E. Bravo. M., J. L. Solís. B. y A. Zamarripa. C. 2013. Artrópodos asociados a higuerilla (*Ricinus Communis* L.) en el Sur de México. INIFAP-CIRPAS-CERI. Folleto técnico No. 28. Tuxtla Chico, Chiapas, México. 70 p.

López. G. G., J. Gómez. R., J. F. Barrera. G., M. Martínez. B., E. Herrera. P., M. Hernández. A. 2015. Plagas y enfermedades asociadas a higuerilla (*Ricinus communis* L.) en el Trópico Mexicano.

Machain. L. M., J. L. Martínez. C., J. A. Sifuentes. A., J. L. Carrillo. S. 1975. Principales plagas de los cultivos del Valle de Mexicali y sus enemigos naturales. SAG-INIA-CEMEXI. Folleto Técnico No. 57. Mexicali, Baja California, México. 50 p.

Montoya. C. L. 2010. El cultivo de Cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México. INIFAP-CIRNO-CENEB. Libro Técnico No. 5. Cd. Obregón, Sonora, México. 95 p.

Muñoz, V. S., A. Morales C., J. E. Ortiz E., J. M. Cortes J. y E. Contreras C. 1999. Guía para producir canola en el Sur de Sonora. INIFAP-CIRNO-CEVY. Folleto para productores No. 23. Cd. Obregón, Sonora, México. 28 p.

Ochoa. E. X. M., A. Borbón. G., L. Montoya. C., I. Alvarado. P., J. Macías. C., N. A. Aguilera. M. y A. Zamarripa. C. 2011. Tecnología para producir remolacha azucarera en el Sur de Sonora. INIFAP-CIRNO-CENEB. Folleto Técnico No. 80. Cd. Obregón Sonora, México. 28 p.

Rico, P. R. H., L. M. Tapia. V., R. Teniente. O., A. González. A., M. Hernández. M., J. L. Solís. B. y A. Zamarripa. C. 2011. Guía para cultivar Higuerilla (*Ricinus communis* L.) en Michoacán. INIFAP-CIRPAC-CEVA. Folleto técnico No. 1. Apatzingán, Michoacán, México.

Robles. S.R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Ed. LIMUSA. México. Pag. 507-518.

Solís, B. J. L., A. Zamarripa. C., A. González. A., H. R. Rico. P., L. M. Tapia. V., T. Teniente O. M. Zacarías. G., J. R. Cruz. R. y M. Hernández. M. 2011. Guía para la producción de higuerilla (*Ricinus Communis* L.) en Chiapas. INIFAP-CIRPAS-CERI. Folleto técnico No. 25. Tuxtla Chico, Chiapas, México. 59 p.

RESPUESTA A LA INOCULACIÓN DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) (Sacc.) Snyder y Hansen EN TOMATE

Alfonso López Benítez[1], Rosendo Hernández Martínez[2§], María Genoveva Álvarez Ojeda[2], Reinaldo Méndez Aguilar[3], Oliva Mendoza Pacheco[4]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Depto. de Fitomejoramiento. Calzada Antonio Narro No. 1923. C.P. 25315. Saltillo, Coahuila, México. Tel: 01 844 411 0298. [2]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. [3]INIFAP-Campo Experimental Las Huastecas. Carretera Tampico-Mante, Km 55. C.P. 89610. Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas, México. [4]Instituto Politécnico Nacional. Blvrd del Maestro, C.P. 88710 Reynosa, Tamaulipas, México. Autor de correspondencia: (hernandez.rosendo@inifap.gob.mx).

INTRODUCCION

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la principal hortaliza sembrada en todo el mundo tanto a cielo abierto como en invernadero, es una de las especies hortícolas más importantes de nuestro país debido al valor de su producción y a la demanda de mano de obra que genera. La información oficial gubernamental señala que en 2014 la superficie de tomate cultivada bajo condiciones de campo e invernadero en México fue de 52,374.91 ha, y de donde se obtuvo una producción total de 2,875,164.08 t con rendimiento promedio de 56.42 t ha^{-1} (SIAP, SAGARPA, 2016). En la misma fuente se obtiene que los principales productores de tomate a nivel nacional son; Sinaloa con 867,832.04 t, San Luis Potosí con 196,011.25 t, Michoacán con 169,768.98 t, Jalisco con 158,561.46 t, Zacatecas con 151,691.99 t y Baja California Sur con 141,236.90 t, respectivamente. Las enfermedades en este cultivo son un factor importante que disminuye la cantidad y calidad de la producción; entre los factores que más afectan el desarrollo normal de este cultivo se encuentran las enfermedades de tipo marchitamiento provocada por hongos, las cuales se presenta en la mayoría de las zonas tomateras de México y pueden causar pérdidas superiores a 50% (Apodaca-Sánchez *et al*., 2004). Esta enfermedad afecta al menos 32 países en gran diversidad de condiciones, informándose hasta el momento, tres razas, las cuales se distinguen por su virulencia en materiales que contienen genes de resistencia. (Amaral *et al*., 2008). Debido a su gran variabilidad genética y su amplia distribución, el manejo de esta enfermedad resulta difícil. Una de las alternativas para el control de la enfermedad de Fol es el uso de cultivares genéticamente resistentes por ser un método sencillo, barato, efectivo y seguro para el control de las enfermedades (Fernández-Valiela, 2001). Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue evaluar el grado de resistencia a la inoculación de Fol en genotipos de tomate.

MATERIALES Y METODOS

El material genético utilizado en esta investigación fueron ocho genotipos de tomate (Cuadro 1). Se sembraron el 3 de octubre del 2012 en charolas de poliestireno con 200 cavidades conteniendo peat moss como sustrato, las cuales se regaron y se fertilizaron de acuerdo a las recomendaciones técnicas (INIFAP, 2005), para asegurar la infección por Fol de la raza 3, este experimento se estableció en el invernadero No. 7 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (U.A.A.A.N.) ubicada en Buenavista, al sur de Saltillo, Coahuila, México, situada a 25º 23' latitud Norte y 101º 00' longitud W y una altitud de 1743 msnm, con un clima: Bshw (x') (e): muy seco, semicálido, con precipitación de 350 a 450 mm promedio anual (INEGI 2000).

Cuadro 1. Genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) utilizadas a la inoculación de *fusarium oxisporum* f. sp*. lycopersici*.

Genotipos	Crecimiento	Tipo de fruto
IR9	I	S
D10	I	B
IR13	I	S
IR14	I	S
D6	D	S
D4	D	B
D3	I	B
D1	I	B

I=Indeterminado; D=Determinado; S= saladette; B=Bola

Inóculo utilizado. El hongo utilizado, fue principalmente cepas de la raza 3 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol), aislada de plantas de tomate con los síntomas característicos de la enfermedad "marchitamiento vascular del tomate", colectadas en algunas áreas tomateras del municipio de Villa de Arista del estado de San Luis Potosí y algunas cepas de raza 3 proporcionadas por el Dr. Ignacio Eduardo Maldonado Mendoza del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa (CIIDIR) proveniente de lotes comerciales de tomate de ese estado.

Inoculación. Se inocularon 8 genotipos de tomate para la inoculación de Fol. La inoculación se realizó a los 30 días después de la siembra, se sacaron con cuidado de las celdas de las cajas y con un suave chorro de agua se eliminó el exceso de sustrato teniendo cuidado de mantener integras las raíces, se cortaron con tijeras aproximadamente dos centímetros de la punta de las

raíces y se sumergieron por separado durante dos minutos en una suspensión de $1x10^6$ conidios por ml con cepas de raza 3. Después de la inoculación, las plántulas fueron trasplantadas a charolas de plástico de 5 L de capacidad conteniendo suelo estéril y peat moss, manteniéndose en el invernadero por 30 días a una temperatura de 25 ± °C, de las cuales se utilizaron 3 repeticiones por material y cada repetición consistió en 3 plantas, bajo un diseño de bloques al azar. La evaluación se realizó 30 días después de la inoculación con base a la presencia o ausencia de síntomas de la enfermedad, considerados estos como amarillamiento foliar, marchitez, coloración amarillenta o café de los haces vasculares y coloración café en la raíz. La resistencia o susceptibilidad de la enfermedad se evaluó utilizando la escala de severidad del 1 al 5 de Marlatt *et al*. (1996).

Con los valores de la escala asignados a las plántulas, se estimó un Índice de enfermedad en porcentaje, para cada uno de los genotipos de la siguiente manera:

$$IE = \left[\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \right) 0.2 \right] 100$$

Dónde:

X_i = Severidad de la enfermedad en la i-ésima plántula

n = Número de plántulas evaluadas

0.2 = Factor de corrección para porcentajes de enfermedad

Los índices de enfermedad obtenidos en los progenitores, se utilizaron para determinar el avance de la enfermedad y la respuesta de estos materiales a la inoculación del patógeno mediante el cálculo del Área bajo la Curva de Crecimiento de la Enfermedad (ABCDE) de acuerdo al modelo propuesto por Shaner y Finney (1977).

$$ABCDE = \sum_{i=1}^{n} \left[\left(X_{(i+1)} + X_i \right) / 2 \right] \left(T_{(i+1)} - T_i \right)$$

Dónde:

Xi= Proporción de enfermedad en la i-esima observación

$T_{(i+1)}$ – T1= Tiempo entre dos lecturas

n= Numero de evaluaciones

y la tasa de incremento de la enfermedad mediante el modelo siguiente:

$$rm = \frac{1}{t_2 - t_1}\left(\ln\frac{1}{1-x_2} - \ln\frac{1}{1-x_1}\right)$$

Dónde:

r_m = tasa de infección (monocíclico)

t = tiempo

x_2 = proporción de enfermedad en t_2

x_1 = proporción de enfermedad en t_1

Para la comparación de medias se realizó la prueba de Tukey al nivel de probabilidad al 0.05 por ciento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuadrados medios del análisis de varianza para la reacción a la inoculación de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* en ocho genotipos de tomate, se observa en las fuentes de variación que los materiales muestran diferencias significativas (P≤0.01), estos contrastes pueden atribuirse a la variabilidad genética presente en cada uno de los materiales en estudio. Con respecto a la prueba de medias, se utilizó solamente los datos de la quinta evaluación para incidencia de la enfermedad donde se encontró que el material D6 con 51.473 fue el que tuvo menor incidente al patógeno durante los 75 días de evaluación y el genotipo que presentó mayor incidencia fue D3 con una media de 66.420 respectivamente.

Un parámetro epidemiológico muy utilizado en el estudio de la resistencia de las plantas a las enfermedades, es el área bajo la curva de desarrollo de una enfermedad (ABCDE) (Jeger y Voljanen-Rollinson, 2001 y Haynes y Weingartner, 2004). Este parámetro indica la dinámica de una epifitía mediante un solo valor. Las diferencias observables en el avance de la enfermedad, indican que la enfermedad progresó rápidamente en todos los progenitores siendo todas susceptibles a la enfermedad, esto indica que en estas poblaciones no hay genes de dominancia para resistencia.

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza a la reacción del avance de la enfermedad de los genotipos a la inoculación de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

F.V	G.L	C.M
REPETICION	2	16.3875500
GENOTIPO	7	75.2155899 **
ERROR	14	12.1733310
C.V		6.179513
MEDIA		56.46125
MAXIMA		66.420
MINIMA		51.473

** Altamente significativo a 0.01; FV= Fuente de Variación; GL= Grados de Libertad; C.M= Cuadrado Medio; C.V= Coeficiente de Variación.

Escalante y Farrera (2004), indican que los menores valores de Área Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad (ABCDE) corresponden a los materiales con menor incidencia de enfermedad, es decir con mayor nivel de resistencia, por lo que al analizar el ABCDE (Cuadro 3), se encontró que el genotipo con valor más elevado de incidencia al patógeno fue el IR14 con 2468 porcentaje por días, seguido del D6 e IR9 y los de menor incidencia fueron el D3 con 1283 y D10 con 1532 porcentaje por día respectivamente, confirmando con esto diferentes niveles de resistencia horizontal.

Cuadro 3. Área Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad (ABCDE) de los ocho genotipos a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici.*

	15-30 días	30-45 días	45-60 días	60-75 días	Total
Genotipos	%/días	%/días	%/días	%/días	%/días
D1	167	200	383	650	1400
D3	183	200	350	550	1283
D4	267	300	500	800	1867
D6	200	383	600	832	2015
D10	167	217	434	714	1532
IR9	167	350	650	850	2017
IR13	117	284	567	770	1738
IR14	367	450	718	933	2468

En la Figura 1, se visualiza el progreso de la enfermedad o el ABCDE de los ocho genotipos a los 75 días después de la inoculación, se observa al inicio un desarrollo lento de la enfermedad,

confirmando con esto, lo mencionado en el párrafo anterior que el genotipo IR14 (367) con una mayor incidencia de enfermedad con respecto al resto de los materiales. Posteriormente la enfermedad continuó avanzando siendo el genotipo D6 (62.22) al final de la evaluación el que mostró mayor incidencia, seguida sucesivamente del IR14, IR9 y D4 respectivamente. El genotipo D3 (40) y D1 (48.89), mostraron los mayores niveles de resistencia, sin embargo se puede observar que en todos los genotipos tienen diferentes grados de nivel de susceptibilidad o resistencia a la enfermedad de Fol raza 3. De acuerdo a (Van Der Plank, 1984), la resistencia horizontal no evita que las plantas sean infectadas, sino que reduce la tasa del incremento de la enfermedad de cada uno de los lugares de infección en la planta y por lo tanto retrasa la propagación de la enfermedad y el desarrollo de las epifitias en el campo. Esta reducción de la tasa de incremento de la enfermedad ocurre mediante un menor número de esporas que logran infectar el tejido e iniciar una lesión en el cultivar resistente.

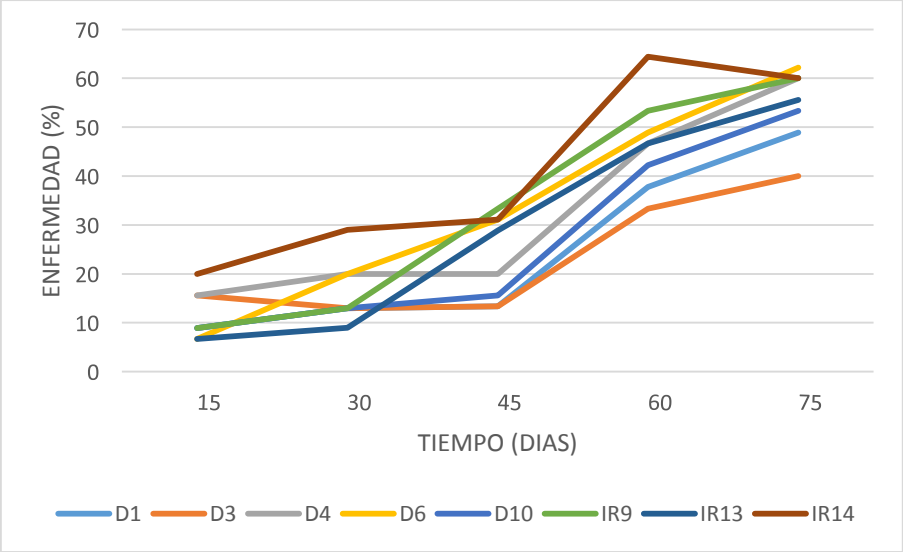


Figura 1. Progreso de la enfermedad de los ocho progenitores a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici.*

CONCLUSIONES

La respuesta a la inoculación de Fol raza 3 en los 8 genotipos de tomate indicó diferencias significativas, probablemente a la gran variabilidad genética de cada uno de los materiales, observándose que la gran mayoría resultaron altamente susceptibles, lo cual indican un nivel de resistencia parcial. En los genotipos que mostraron mayor grado de resistencia a Fol raza 3,

pueden ser elegidos para seguir un proceso de mejoramiento en donde se aprovechen los genes de resistencia a este patógeno.

BIBLIOGRAFIA

Amaral, D.O.J., Magalhaes, M., Vilela, L., Vanusa M. Differential gene expression induced by salycilic acid and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* infection in tomato. Pesq Agrop Bras. 2008; 43(8): 1017-1023.

Apodaca-Sánchez, M. Á.; Zavaleta, M. E.; Osada, K. S. y García, E. R. 2004. Hospedantes asintomáticos de *Fusarium oxysporum Schlechtend*. f. sp. *radicis-lycopersici* WR Jarvis y Shoemaker en Sinaloa, México. Rev. Mex. Fitopatol. 22(1):7-13.

Escalante, O.M. Farrera, P.R. 2004. Epidemiologia del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans* Mont de Bray) de la papa en zonas productoras del Estado de Táchira, Venezuela. Bioagro, v.16, p.47-54.

Fernández-Valiela, M. M. 2001. Introducción a la Fitopatología. INTA. Buenos Aires, Argentina. 518 p.

Haynes, K.G. and Weingartner. D.P. 2004. Use of Area Under the Disease Progress Curve to Assess Resistance to Late Blight in Potato Germplasm. American Journal of Potato Research. 81: 137-141Jones, J. B., Jones, J. P., Stall, R. E., Zitter T. A. 1997. Compendium of Tomato Diseases. APS. PRESS. The American Phytopathological Society. p.13-14. USA.

INEGI, 2000. Marco Geoestadístico de los Estados Unidos Mexicanos.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP): 2005. Manejo Integrado del Jitomate en el Estado de San Luis Potosí. Folleto Técnico No. 22., Fundación Produce., 3-5 p.

Jeger, M.J. and Viljanen, R.S.L. 2001. The use of the area under the disease progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. Theoretical and Applied Genetics 2001, 102: 32-40.

Marlatt, M. L. J.; Correll, J. C.; Kaufman, P. and Cooper, P. E. 1996. Two genetically distinct populations of *Fusarium oxysporum*. f. sp. *lycopersici* race 3 in the United States. Plant Dis. 80(12):1336-1342.

Servicio Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. Estadísticas agrícolas por entidades de México. URL:http://www.siap.sagarpa.gob.mx. Zewdie.

Shaner G, Finney R (1977) the effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox. Phytopathology 67:1051-1056.

Van Der Plank, J.E., 1984. Disease Resistance in Plants. Second Edition. Academic Press, Inc. Orlando, San Diego, San Francisco, N. Y., London. p. 194

EVALUACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE *Trichoderma koningiospsis* EN CULTIVOS DE MAÍZ Y SORGO, EN RÍO BRAVO TAMAULIPAS

[1]Ana Belén Hernández Hernández, María Genoveva Álvarez Ojeda[2], Arturo Díaz Franco[2]

[1]Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Rodhe Carretera Reynosa-San Fernando, cruce con Canal Rodhe Col. Arcoiris, C.P. 88779, [2]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. 83210 o 83204. Autor para correspondencia: (alvarez.genoveva@inifap.gob.mx).

INTRODUCCIÓN

El empleo de bioinoculantes o biofertilizantes con base de microorganismos se ha acrecentado comercialmente durante los últimos años, aunque revisten gran importancia aquellos que tienen efectividad en los cultivos y que son viables económicamente (Vosátka *et al*., 2008; Grageda *et al*., 2012; Sharma *et al*., 2012). El efecto benéfico de los bioinoculantes posee además repercusiones favorables al reducir las necesidades de fertilizantes, por lo que Adesemoye y Kloepper (2009), y Xiang *et al*. (2012) han enfatizado los efectos comparativos de los bioinoculantes con la aplicación convencional de fertilizantes minerales en los cultivos. Existen diversos microorganismos benéficos que representan elementos promisorios para integrar soluciones a problemas agroambientales ya que tienen la capacidad de promover el crecimiento de las plantas, mejorar la disponibilidad y la asimilación de los nutrientes, y contribuir a una mayor sanidad de las plantas (Vassey, 2003; Adesemoye y Kloepper *et al*., 2009). Dentro de éstos, las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal, los hongos micorrízicos arbusculares y *Trichoderma* spp., son de los microorganismos más estudiados. En particular en el género *Trichoderma* se ha demostrado que cuenta con diversos mecanismos que estimulan el crecimiento de las plantas. Se ha informado que esos hongos tienen capacidad de producir fitohormonas, descomponen la materia orgánica mediante solubilización, limitan la acción de patógenos radicales con la producción de enzimas hidrolíticas, agresivo micoparasitismo y colonización saprofítica (Benítez *et al*., 2004; Masunaka *et al.*, 2011).

Por lo anterior, el propósito del estudio fue evaluar y cuantificar la pureza de un formulado comercial a base de *Trichoderma koningiopsis* y determinar su efecto en sorgo y maíz mediante la inoculación de semilla con el bioinoculante.

MATERIALES Y MÉTODOS

La siembra manual se estableció en los terrenos del Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, Río Bravo Tam., el 30 de septiembre de 2015, en suelo no fertilizado. Los híbridos utilizados

fueron el 'H437' de maíz y '6929' de sorgo. El inoculante fue Trifert® (*Trichoderma koningiopsis*; 10^6 esporas/g) (Fopala S.A., San Nicolás de los Garza N.L.), la inoculación fue a la semilla a razón de 15 g/18 kg de semilla. Los tratamientos con o sin inoculación (testigo absoluto), se establecieron en tres surcos apareados de 5 m longitud y 0.81 m de ancho.

Las variables medidas en ambos cultivos fueron analizadas en estado vegetativo y consistieron en: a) clorofila, valores SPAD, con un medidor portátil Minolta SPAD-502, tomada en las hojas superiores de las plantas, el 6 de noviembre y 4 de diciembre (n=30); b) altura de planta, el 9 de noviembre y 4 de diciembre (n=21); c) biomasas, fresca el 7 de enero y seca el 15 de enero de 2016 (n=21). Los datos recabados se sometieron a análisis mediante la prueba de t-student.

Aislamiento, viabilidad y pureza de *Trichoderma koningiopsis*

El aislamiento, cuantificación y evaluación de la pureza de *Trichoderma koningiopsis*. Se llevó a cabo en el laboratorio de Biotecnología del Campo Experimental en Río Bravo. Para conocer la cantidad de esporas y evaluar la pureza del formulado comercial Trifert® (*Trichoderma koningiopsis*), se empleó la técnica de diluciones seriadas, pesando un gramo 10^6 esporas/g y se diluyo en 9 ml de solución salina al 0.85 %, adicionada con tween al 0.5%; luego se realizaron las diluciones de $1x10^{-1}$ hasta $1x10^{-9}$, de las últimas tres diluciones se tomó 0.1 ml y fueron sembradas en cajas de petri con medio de agar papa dextrosa (APD); las cajas fueron incubadas a 25°C durante siete días y se realizó el conteo de Unidades Formadoras de Colonia (UFC/g) cada 24 h. El experimento se repitió cinco veces. Una vez realizado el recuento de UFC/g se efectuó la identificación de *Trichoderma* spp. por medio de sus características macroscópicas y microscópicas y a la vez se determinó el grado de pureza del formulado comercial.

Para determinar la germinación de esporas, se hicieron microcultivos los cuales se realizaron en cuadros de APD de aproximadamente 1 cm^2, y se inocularon 5 µl de la dilución realizada con anterioridad, las conidias fueron depositados en cinco puntos, este experimento fue realizado por triplicado para obtener un total de 15 muestras por dilución, los microcultivos fueron incubados a 25±2 °C durante 18 a 24 horas. Transcurrido el tiempo se le adicionó una gota de lugol para detener la germinación y a la vez para teñir las esporas, las cuales fueron observadas al microscopio con el objetivo de 40X.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inoculación de la semilla con *T. koningiopsis* impactó de manera favorable en las variables evaluadas. En todos los casos las diferencias de los valores obtenidos mostraron significancia

estadística (p≤0.05 y 0.01) a favor del inoculante (Cuadro 1), dichas diferencias representaron fluctuaciones entre 5 a 27 % respecto al testigo no inoculado.

Cuadro 1. Características de planta de sorgo y maíz con o sin inoculación de *Trichoderma koningiopsis.*

Cultivo	Tratamiento			
Sorgo	Testigo	Inoculado	Diferencia	t-student
Clorofila SPAD (6/11)	29.9	32.3	2.4	**
Clorofila SPAD (4/12)	32.4	41.2	8.8	**
Alt-planta (9/11) (cm)	54.0	64.5	10.5	**
Alt-planta (4/12) (cm)	67.4	72.2	4.8	**
Biomasa fresca (7/01/16) (g)	185.0	228.8	43.8	*
Biomasa seca (15/01/16) (g)	54.5	63.5	9.0	*
Maíz				
Clorofila SPAD (6/11)	31.2	35.7	4.5	**
Clorofila SPAD (4/12)	32.9	35.3	2.4	*
Alt-planta (9/11) (cm)	68.8	73.8	5.0	**
Alt-planta (4/12) (cm)	160.9	167.9	7.0	**
Biomasa fresca (7/01/16) (g)	610.0	738.0	128	**
Biomasa seca (15/01/16) (g)	141.0	179.0	38	**

*,**Diferencias a nivel de probabilidad 0.05 y 0.01, respectivamente.

Los resultados demostraron que la inoculación representó una práctica que fue capaz de promover mayor contenido de clorofila y de biomasa en sorgo y maíz. Masunaka *et al*. (2011) coinciden al reportar que el *Trichoderma* puede actuar como un hongo promotor del crecimiento de las plantas.

En relación a la cuantificación de *T*. *koningiopsis* presentaron una excesiva población de esporas con recuentos promedio de 20 x 10^{-9} UFC/g, los aislamientos obtenidos a los cinco días de crecimiento muestran colonias típicas de *Trichoderma* figura 1, observando sus características macroscópicas las cuales se caracterizan por ser algodonosas de rápido

crecimiento concéntrico en un lapso de cinco a seis días con una coloración amarillo-verdosa, con un revés amarillo.

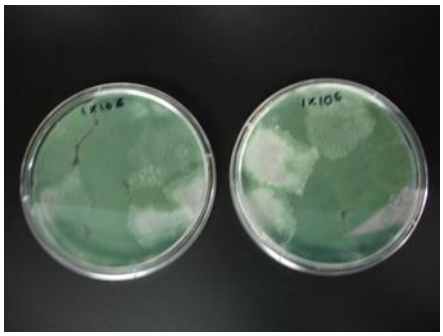


Figura 1. Cultivo de *T*. *koningiopsis*, cultivado en APD a los seis días de crecimiento, se observan colonias verdes, características del género.

Al observar el microcultivo, durante el análisis microscópico realizado por medio de una tinción con lugol, presentó hifas hialinas tabicadas y de micelio ramificado, fiálides en forma de botella, hialinas, conidios ovoides, hialinos (Barnett y Hunter, 1972). Estas características macroscópicas y microscópicas permiten una identificación relativamente fácil de *Trichoderma* como género, pero el concepto de especie es difícil de interpretar y hay diferentes confusiones en cuanto a la aplicación de diferentes nombres. Las divergencias de criterio hacen difícil buscar y sobre todo caracterizar nuevos agentes de biocontrol dentro de las especies y reidentificarlas (Küçük y Kivanç, 2003), razón por la cual, la cepa de *Trichoderma* spp. de uso comercial fue identificada hasta género. En cuanto a su pureza, se logró identificarla fácilmente ya que el formulado comercial del inoculante, no presentaba contaminación con otros hongos que por sus características macroscópicas en algunas ocasiones son muy parecidos con *Aspergilluis fumigatus*, y solo la observación al microscopio puede corroborar su grado de pureza. La germinación de las conidias fue de un 95 % .

CONCLUSIONES

Se logró observar que el inoculante comercial fue capaz de promover un contenido de clorofila y biomasa en sorgo y maiz y pudo actuar como hongo promotor de crecimiento en plantas.

La cantidad de esporas fue de $20x10^{-9}$ UFC/g, además se pudo corroborar su pureza, germinación de esporas de este producto comercial.

BIBLIOGRAFIA

Adesemoye AO and Kloepper JW. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. Appl. Microbiol. Biotechnol. 85: 1-12.

Benítez T, Rincón AM, Limón MC and Codón AC. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. Int. Microbiol. 7: 249-260.

Barnett, H and Hunter, B, 1971. Illustated gerera or imperfect fungi. Thrid edition. Buergess Publishing Company, pp 241

Grageda CO, Díaz FA, Peña CJ y Vera NJ. 2012. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Rev. Mex. Cien. Agr. 3: 1261-1274.

Kuçuk, Ç. and Kivanç, M**.** 2003. Isolation of *Trichoderma* spp. and determination of their antifungal, biochemical and physiological features. Turk, J. Biology. 27, 247 – 253.

Masunaka A, Mitsuro H and Takenaka S. 2011. Plant-growth-promoting fungus, *Trichoderma koningi* suppresses isoflavionoid phytoalexin vestitol production for colonization on/in the roots of *Lotus japonicas*. Microbes Environ. 26: 128-134.

Sharma S, Gupta R, Dugar G y Srivastava A. 2012. Impact of application of biofertilizers on soil structure and resident microbial community structure and function. In: Bacteria in Agrobiology: Plant Probiotics (DK Maheshwari, Ed.). Hauz Khas, Nueva Delhi, India, pp. 65-79.

Vassey JK. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil 255: 571-586.

Vosátka M, Albrechtová J and Patten R. 2008. The international market development for mycorrhizal technology. Mycorrhiza 18, 419-438.

Xiang W, Zhao L, Xu X, Qin Y and Yu G. 2012. Mutual information flow between beneficial microorganisms and the roots of host plants determined the bio-functions of biofertilizers. Amer. J. Plant Sci. 3: 1115-1120.

CLONACIÓN Y EXPRESIÓN DE LA PROTEÍNA MOMP DE *Chamydia abortus* EN EL SISTEMA DE *Escherichia coli* BL21

Cristina Alejandra Cano Ordoñez[1], María Genoveva Álvarez Ojeda[2], Timoteo Delgado Maldonado[1], Isidro Humberto Almeyda León[2] y Efrén Díaz Aparicio[3]

[1] Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán, calle 16 y lago de Chapala, colonia Aztlán, Cd. Reynosa, Tamaulipas. C.P.88740 [2]INIFAP-Campo Experimental Río Bravo. Carretera Matamoros-Reynosa, Km 61. A.P. 172. C.P. 88900. Río Bravo, Tamaulipas, México. [3]CENID-Microbiología animal, Carretera Federal México Toluca, km 15.5, *C.P. y Ciudad: 05110 DF.* Tel: 01 55 38 71 8700. Ext. 83210. Autor para correspondencia: (alvarez.genoveva@inifap.gob.mx).

INTRODUCCIÓN

Chlamydophila abortus, *Chlamydophila felis*, C*hlamydophila pneumoniae* son bacterias de origen zoonótico con reservorios en mamíferos: Estos organismos son miembros de la familia de las Chlamydiaceae, que es un grupo poco común de bacterias intracelulares obligadas. Se considera que los miembros de esta familia son Gram negativos, pero son difíciles de teñirse con esta técnica (Bush y Everett, 2001). En contraste con otras bacterias Gram negativas las clamidias no contienen peptidoglucano. El mayor constituyente antigénico de su membrana externa es un lipopolisácarido de 10-kDa (LPS), con un epítope trisácarido especifico de esta familia. Otra característica del compuesto antigénico es su proteína (MOMP) de membrana externa, rica en cisteína, de aproximadamente 40 kDa representando aproximadamente el 60 % del peso de la membrana externa, esta proteína codificada por el gen *omp* 1 muestra una función de porina, se glucosila post-traducción, y se ha visto que juega un rol en la adherencia electrostática y contiene epitopes antigénicos de superficie (Hoelzle *et al.*, 2003).

Las bases para el diagnóstico positivo de la infección por *C*. *abortus* dependen del historial clínico, abortos en las ovejas y cabras (a menudo en las últimas fases de la gestación), la evidencia de placentitis necrótica y la demostración de un gran número de células del microorganismo en los frotis teñidos de las placentas afectadas.

El sistema más práctico y confiable de confirmar un diagnóstico de *C*. *abortus*, es una combinación de serología con examen clínico. Aunque la serología representa el método más económico para diagnosticar animales con infección persistente y clínicamente normales, hay que tener en cuenta que ocurren errores en las pruebas. La frecuencia de error depende de varios factores, como son: 1) el formato de la prueba de diagnóstico, 2) la homología entre la cepas usadas en la prueba y las cepas presentes en la población analizada, 3) el antígeno usado en la prueba (OIE, 2008a).

En la actualidad, el uso de proteínas recombinantes, como método de diagnóstico ha tenido un avance muy importante en ingeniería genética, como antígenos recombinantes en el diagnóstico de agentes infecciosos que afectan a diferentes especies de animales, las ventajas que ofrecen estos antígenos son: rapidez de elaboración del producto, flexibilidad y los altos niveles de expresión del gen (OIE, 2008b). Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue clonar y expresar la proteina MOMP de *Chlamydia abortus*, para despues usarse como posible antígeno en el diagnóstico de esta enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de secuencia. En el presente trabajo debido a que no se disponía de controles positivos de *Chlamydia abortus*, y por su gran patogenicidad, aunado a que se requiere trabajar en campanas de bioseguridad nivel tres, se optó por hacer una búsqueda de literatura de los principales antígenos de la bacteria, eligiendo los de la región omp y se seleccionó la proteína mayor de la membrana externa (MOMP), ya que se ha demostrado que induce una fuerte respuesta de anticuerpos en animales infectados, además de aportar gran especificidad (Adedeji *et al.,* 2005). Para obtener la secuencia se acudió a la base de datos del National Center Biotechnology Information (NCBI). Una vez obtenida la secuencia, se revisó y modificó el marco de lectura abierto, por sus siglas en ingles Open Reading Frame (ORF), mediante el programa CLC Main Workbench 7 y se procedió a sintetizar el vector Chag02 pET22+, también se verificó el codón de inicio y de termino acoplado al vector.

Construcción del Vector. El vector posee un promotor T7, un gen que codifica para la enzima betalactamasa, y en el sitio C terminal tiene una etiqueta de 6 histidinas que se unen a la proteína de interés. Además posee un gen de resistencia a la ampicilina y un sitio de reconocimiento de varias enzimas de restricción.

Clonación en TOP10. Se usaron las células comerciales One Shot® TOP10 Chemically Competent (invitrogen™) y la transformación se realizó mediante el método de choque térmico. Las células fueron descongeladas en hielo, se agregó 1 µl (20 µg /mL) del vector pET 22b+ nombrado como Chag02, a un vial de células *E. coli* TOP10, éste mismo procedimiento se realizó con el control de transformación pUC19, después se incubaron por 30 minutos en hielo para después dar choque térmico a 42 °C por 1 minuto e inmediatamente incubar en hielo por dos minutos. Una vez concluido el tiempo de incubación se añadieron 250 µl de medio S.O.C. estéril y se incubó a 37 °C en agitación (220 rpm) por una hora. Por último se sembró en agar Luria Bertani (LB) (Difco^{TM}), adicionado con ampicilina (50 µg/ml) y se dejó incubando a 37 °C ± 18 horas.

Extracción de DNA plasmídico. Se realizaron minipreparaciones de acuerdo al protocolo mencionado por Sambrook y Russell (2001) para la extracción del ADN plasmídico a partir de las cepas TOP10 pET 22+. La identificación y caracterización del plásmido se realizó usando las enzimas de restricción *Eco*RI y *Sa*lI, y también se secuenció.

Preparación de *E. coli* BL21 calciocompetente. La preparación de células *E. coli* BL21 calciocompetentes se realizó siguiendo el protocolo descrito por Sambrook y Russell (2001).

Transformación de *E. coli* BL21. Se descongelaron las células calciocompetentes previamente preparadas en hielo, después, se añadieron 2 µl del ADN plásmidico obtenido de *E.coli* TOP10, como control se usó un vial con BL21 calciocompetentes sin vector, y se utilizó el protocolo de choque térmico para la transformación (Sambrook y Russell, 2001).

Inducción de la expresión de las proteínas MOMP.

Cinética de crecimiento. Para la expresión de la proteína recombinantes MOMP de *C. abortus*, la primer variable evaluada fue el número de bacterias que se obtuvo mediante la medición de la densidad óptica a 600 nm (DO_{600} nm) por unidad de tiempo. Así se identificaron las diferentes fases (latencia, exponencial y estacionaria). Se realizó una curva de crecimiento de las bacterias transformadas, para lo cual se determinó la DO_{600} nm cada hora, teniendo en cuenta la relación directa entre el incremento del número de células y el valor de absorbancia registrado sin discriminar la viabilidad de las mismas. A partir de esta curva de crecimiento se pudo definir la fase exponencial entre 0.4 y 0.6 de absorbancia ($DO_{600\ nm}$), la curva fue monitoreada por 10 horas.

Determinación de la concentración del inductor. Usando los datos de la cinetica de crecimiento, se inocularon ocho matraces con 25 ml de caldo LB adicionado con ampicilina (50 µg/ml), y con *E.coli* BL21 transformada. Los matraces se incubaron a 37 °C en agitación (220 rpm) hasta alcanzar la fase exponencial. Después de alcanzada dicha fase, se agregó el isopropil-β-D-1-tiogalactopiranósido (IPTG) como inductor metabólico, se seleccionaron 6 concentraciones de IPTG tomando en cuenta la concentración mínima de 0.1 mM y la máxima de 1.0 mM recomendada por Sambrook y Russell (2001). Como control se utilizó un matraz con *E. coli* BL21 transformadas sin inductor y otro con *E. coli* BL21, sin transfectar, cada hora se tomó 1ml de los cultivos de cada matraz y fueron almacenandos a -20 °C, a la sexta hora despues de la inducción todas las alicuotas fueron centrifugadas a 14,000 rpm por cinco minutos, se descartó el sobrenadante y se lavó el precipitado con PBS pH 7.5, éste fue congelado a -20 °C para ser analizadas posteriormente.

Electroforesis en gel de poliacrilamida al 15 % y 12 % (SDS-PAGE).

Las muestras se descongelaron, se centrifugaron a 14,000 rpm un minuto a 4 °C, después se adicionó un ml del amortiguador de lisis (50 mM Na_2HPO_4, 400 mM de NaCl, 100 mM de KCl, glicerol al 10 %, Triton X-100 0.5 %, 10 mM de imidazol, pH 7.8). Posteriormente las muestras fueron separadas en geles de poliacrilamida al 15 y 12 % teñidos con azul de coomassie por 1 hr y desteñidos para ser observados.

Transferencia. Una vez que se observó la proteína de 40 kD, se procedió a realizar otro gel al 15 % con las mismas especificaciones y fue transferido a una membrana de Fluoruro de polivinilideno PVDF de poro 0.45 µm, y se dejó correr por tres horas a 30 volts a temperatura ambiente de acuerdo al protocolo de Sambrook y Russell (2001).

Inmunodetección de las proteínas recombinantes.

La membrana se enjuagó con agua para eliminar restos del amortiguador de transferencia, y después de lavarla dos veces por 10 minutos en TBS (Tris-HCl 20 mM pH 7.5, NaCl 500 mM) se bloqueó por una hora en una solución de TBS con 3 % de albúmina a temperatura ambiente. Posteriormente la membrana fue lavada dos veces por 10 minutos con TBS tween triton X-100 (0.05 % tween, 0.2 % triton) y por ultimo dos veces con TBS por 10 minutos. Después de los lavados, se incubó ± 18 horas con el anticuerpo primario anti-histidinas de ratón diluido 1:2000 en solucion de bloqueo en agitación 10 rpm. Posteriormente, se lavó dos veces con TBS tween triton y dos veces con TBS. La incubación con el anticuerpo secundario anti-ratón diluido 1:20,000 en TBS al 10 % de albúmina fue por una hora en agitación. Después, se lavó 2 veces con TBS tween-triton y finalmente se realizaron dos lavados con TBS. Para la revelación del anticuerpo se agregó el sustrato hasta obtener la banda.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Clonación, transformación de *E. coli* TOP10 y BL21, aislamiento y caracterización del plásmido.

Se obtuvieron las células competentes de las cepas de *E*. *coli* TOP10 y BL21 empleadas en esta investigación. Se transformó correctamente la cepa que porta el plásmido de interés (pET 22+ Chag02) (Figura 1). También se obtuvo el DNA plasmídico mediante minipreparaciones alcalinas (Invitrogen) el cual fue subclonado en las células *E. coli* BL21 (Figura 2). La caracterización se realizó con las enzimas de restricción *Eco*R1 y *Sall*, las cuales cortan en un solo sitio de restricción del plásmido.

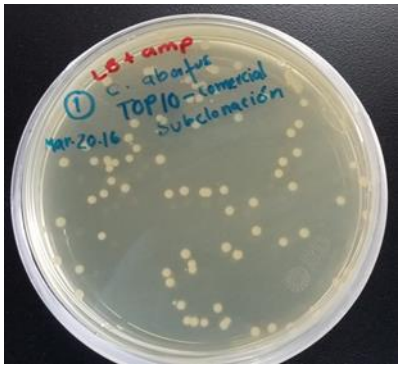


Figura 1. Colonias transformadas de *E. coli* TOP10 con el vector pET 22b+ Chag02 (*Chlamydia abortus*) en agar LB con 50 µl/ml de ampicilina.

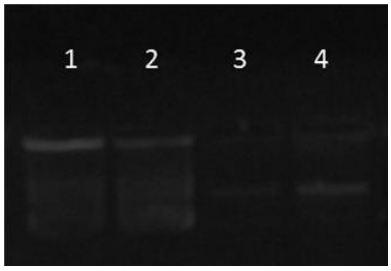


Figura 2. ADN plasmídico purificado mediante miniprep con lisis alcalina.

Cinética de crecimiento. Una vez que las células BL21 se transformaron con el plásmido de *C. abortus* las colonias se aislaron en placa y se tomó una de ellas para realizar una cinética de crecimiento con la finalidad de determinar la fase exponencial y aplicar diferentes concentraciones del inductor metabólico IPTG. La clona de *C. abortus* llega a su optima densidad óptica (0.5 y 0.6 de absorbancia) a las cinco horas (Figura 3).

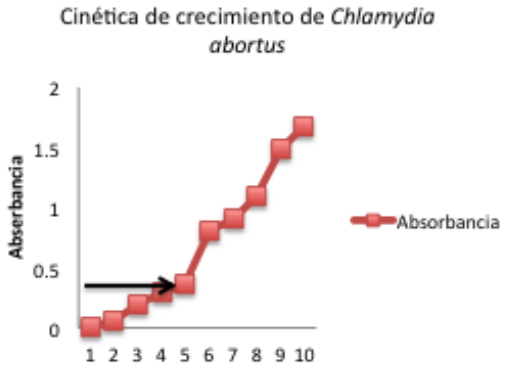


Figura 3. Cinetica de crecimiento del cultivo de *E.coli* BL21 en color rojo (absorbancia contra tiempo (h)).

Electroforesis de poliacrilmamida al 15 %. Se eligio la concentracion de 15 % porque fue donde se observaron los fragmentos con mayor resolución. La separación e identificación de la proteína por SDS-PAGE, se muestra en la figura 4. La expresión de la proteína MOMP, se obtuvo a partir de la concentración mínima de 0.1 mM, pero con mejor resolución a las cinco horas de crecimiento que es similar a lo reportado por Corona *et al* en el 2009.

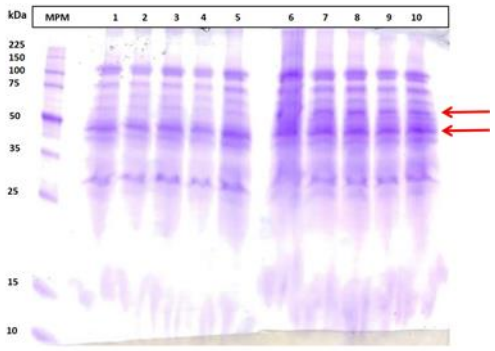


Figura 4. Gel de poliacrilamida al 15 % de las distintas concentraciones de IPTG a las 4 y 5 h. MPM= Marcador de peso molecular, carriles 1-5: concentración 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, y 0.5 mM de IPTG a las 4 h, Carriles 6-10 se usaron las mismas concentraciones de IPTG, a las 5 horas.

Inmunodetección mediante Western blot. Se uso un anticuerpo de IgG antihistidinas de ratón diluido 1:2000 en solución de bloqueo, y como anticuerpo secundario se usó un anticuerpo IgG de cabra anti ratón conjugado con peroxidasa diluido 1:20,000. Se obtuvo una proteína de entre 40 y 46 kDa de peso molecular.

CONCLUSIONES

Se logró la clonación de *C. abortus*, se identificó la presencia de la proteína de la proteína de 40 kDa por SDS-PAGE, western blot y secuenciación

BIBLIOGRAFIA

Adedeji, A. O.; Barr, B.; Gomez-Lucia, E.; Murphy, B. A. 2005. Polytropic Caprine Arthritis Encephalitis Virus Promoter Isolated from Multiple Tissues from a Sheep with Multisystemic Lentivirus-Associated Inflammatory Disease. Viruses, 5(8), 20-18.

Bush, R. M. And K. D. Everett. 2001. Molecular evolution of the chlamydiaceae. Int. J Syst Evol Microbiol, 51: 203-220.

Corona, B., Rodríguez, M., Sánchez, L., Machado, H., and Martínez, S. 2009. Expresión, solubilización y purificación de la proteína MSP5 recombinante del aislamiente Habana de *Anaplasma marginale*. Tecnología, ciencia, educación, 24(1), 76-86.

Hoelzle, L. E., Hoelzle, K., Wittenbrink, M. M. 2003. Expression of the major outer membrane protein (MOMP) of *Chlamydophila abortus, Chamydophila pecorum and Chlamydia suis* in Escherichia coli using an arabinosa-inducible plasmid vector. J. Vet Med B Infected Dis Vet. Public Health. 50(8): 383-389.

Organizaciòn Mundial de Salud y Sanidad Animal (OIE). 2008a. Manual de pruebas de diagnóstico para los animales terrestres. Artritis Encefalitis Caprina y Maedi-Visna. Capìtulo 2.7.3/4. Consulta en

lìnea: 17/06/1026. http://web.oie.int/esp/normes/mmanual/pdf_es_2008/.2.07.03-04. %20Artritis-Encefalitis%20caprina%20y%20Maedi%20Visna.pdf.

Organización Mundial de Salud y Sanidad Animal (OIE). 2008b. Manual de pruebas de diagnóstico para los animales terrestres. Biotecnología en el diagnóstico de enfermedades infecciosas y el desarrollo de vacunas. Capítulo 1.1.7.

Sambrook J., Russell WD. 2001. Molecular cloning: A Laboratory Manual press. Third Edition. Ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press, USA. 2001.

RICINIFAP - TÉCNICA DE ELISA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE RICINA EN PASTA DE HIGUERILLA.

Rafael Jiménez Ocampo[1*], Jorge Alberto Rodríguez González[2], Rigoberto Rosales Serna[1], 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. [2]Biotecnología Industrial, CIATEJ, Guadalajara, Jalisco, México C. P. 44270. *jimenez.rafael@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La higuerilla (*Ricinus communis* L.) es una especie herbácea perteneciente a la familia de las euforbiáceas (*Euphorbiaceae*), originaria de África y Asia, en donde se han encontrado poblaciones en Etiopia y la India (Comar *et al*., 2004; Bajay *et al*., 2011; Radhamani y Ushakumari, 2013). Dicha planta presenta compuestos tóxicos, alérgenos, compuestos bioactivos y factores antinutricios. Las toxinas de mayor importancia son la ricina (RCA60 y RCA120); mientras que, entre los alérgenos se encuentran hemaglutininas, ricinina y una sustancia conocida como CB-1A (Anandan *et al*., 2012). Los compuestos bioactivos más importantes son los inhibidores de tripsina y aunque la mayoría son degradados con temperaturas altas, es recomendable tener cuidado durante la manipulación de pastas de higuerilla sin tratamiento térmico. Con el propósito de cuantificar las cadenas A de las toxinas (ricina y aglutinina RCA120) presentes en la pasta que resulta de la extracción del aceite de ricino de las semillas de *Ricinus communis,* se implementó una técnica de ELISA para cuantificar estas toxinas empleando la lectina RCA120 de sigma como proteína de cuantificación (antígeno), anticuerpos policlonales de conejo anti ricina A (RCA60), anticuerpos secundarios anti conejo acoplado a una peroxidasa de rábano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una curva estándar depositando el antígeno en una microplaca de poliestireno haciendo diluciones en cascada 1⁄2 a partir de la solución de trabajo a 10 µg/mL teniendo un rango de trabajo entre ≈ 80-10000 ng/mL. Para la dilución 1⁄2 se tomaron 400 µL de la solución de trabajo a 10,000 ng/mL y se agregaron 400 µL de buffer de carbonato pH 9.6 en un tubo de vidrio. Para la dilución 1⁄4 tomar 400 µL de la dilución precedente y agregaron a 400 µL del tampón de carbonatos pH 9.6 y así sucesivamente hasta llegar a la última dilución propuesta, se depositan 100 µL de muestra por pozo por triplicado para la curva estándar. Se dejó incubando el antígeno para la curva estándar y para ensayos con pasta de higuerilla primeramente se realizó una extracción de proteínas de la pasta obtenida de la industria

aceitera después de un proceso de extracción mecánica del aceite por prensa fría y expeller. Para la extracción de las proteínas se puso en agitación 0.2 g de pasta y 600 µL tampón (50 mM fosfato monosódico NaH_2PO_4, 20 mM NaCl, 2 mM PMSF, 10 mM DTT, pH 7.0) por 30 minutos a 4ºC. Terminado esto se centrífugo (18,500 *g*) por 40 minutos a 4ºC y se colectó el sobrenadante. El antígeno (sobrenadante de la extracción) se incubó en la microplaca toda la noche a 4°C. y se lavó la placa (PBS + Twenn 20 al 0.1%), para el bloqueo los pozos se utilizó PBS + leche al 5% y dejó incubando 2 h a temperatura ambiente y se realizó un lavado, posteriormente se incubó con el anticuerpo anti ricina A 1/20 000 a cada pozo y se dejó incubando 2h a 37°C y se lavó en tres ocasiones, posteriormente se incubó en segundo anticuerpo anti IgG 1/20 000 a cada pozo y se incubó 1h a 37 °C. El revelado se llevó a cabo utilizando TMB (sustrato de la peroxidasa) incubándose por 20 min, detener la reacción se agregó ácido sulfúrico 2M y se leyó la absorbancia a 450 nm en un lector de microplacas x-Mark de BIORAD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las semillas de higuerilla (*Ricinus communis* L) contiene dos toxinas llamadas Ricina (RCA60) y Aglutinina (RCA120) (Hartley and Lord 2004). La Ricina es una proteína que inactiva los ribosomas y es producida en el endospermo. La Ricina consta de dos cadenas llamadas A y B, las cuales tienen una masa molecular aproximada de 30 kDa y que están unidas por un enlace disulfuro (Olsnes and Pihl 1973), siendo la cadena A la que presenta la toxicidad. La RCA120 está conformada por dos cadenas A y dos cadenas B unidas mediante enlaces disulfuro. Aunque RCA120 es muy similar en su estructura y su composición de aminoácidos a la ricina con valores cercanos al 85%, esta es menos tóxica. Debido a esta similitud tan cercana, los anticuerpos policlonales generados para ambas toxinas podrían tener reacciones cruzadas entre la ricina y la RCA120, es decir, que los anticuerpos policlonales de ricina pueden detectar la presencia de RCA120. De esta manera se pueden detectar ambas toxinas con anticuerpos policlonales generados con una sola toxina quizás con una mayor señal para la toxina con la que se hayan generado los anticuerpos. Esto es un punto importante a resaltar ya que algunas veces es difícil conseguir la Ricina pura debido a su toxicidad para hacer estos ensayos y una alternativa es usar la aglutinina RCA120.

La metodología implementada se basó en una estrategia de ELISA indirecto como se muestra en la Figura 1. Para el ELISA indirecto se empleó ricina (RCA120) como antígeno, anticuerpos policlonales primarios de conejo anti- Ricin A (RCA60) que reconocen las cadenas A de la RCA120 y anticuerpos policlonales secundarios de conejo anti primario acoplado a una la

peroxidasa de rábano. Se hicieron varias diluciones a partir de una solución madre de RCA120 a 1 mg/mL para identificar la zona en donde se detecta una señal espectrofotométrica.

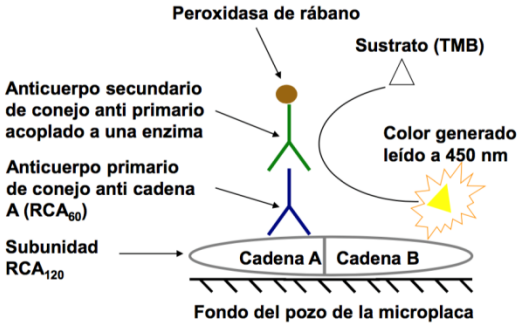


Figura 1. Principio del ELISA indirecto para la cuantificación de ricina A (RCA60) empleando Aglutinina RCA120.

La curva de ELISA para la cuantificación de RCA120 se presenta en la Figura 2. En ella se puede observar que fue posible adecuarla a un comportamiento sigmoidal dosis-respuesta como es obtenido para muchas de las pruebas de ELISA. La cantidad mínima de RCA120 que se pudo emplear y cuantificar con la metodología implementada fue de 0.078 µg/mL y el máximo es de 10 µg/mL asumiendo que la RCA120 se encuentra en su forma de dímero debido a que la detección se llevó a cabo con anticuerpos anti RCA60 y cuya ecuación de cuantificación se muestra en dicha Figura. Por otro lado como la RCA60 tiene un peso molecular aproximado de

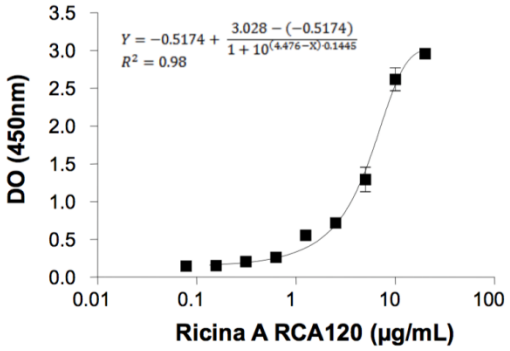


Figura 2. Curva de ELISA indirecto para la detección de RCA120 empleando anticuerpos policlonales anti RCA60. La ecuación de la curva que permite relacionar la densidad óptica a 450nm con la concentración de RCA120 se obtuvo al realizar una regresión no lineal sigmoidal dosis-respuesta (pendiente variable) obteniendo un coeficiente R2 de 0.98.

La cantidad mínima de RCA120 que se pudo emplear y cuantificar con la metodología implementada fue de 0.078 µg/mL y el máximo es de 10 µg/mL asumiendo que la RCA120 se encuentra en su forma de dímero debido a que la detección se llevó a cabo con anticuerpos anti

RCA60 y cuya ecuación de cuantificación se muestra en dicha Figura. Por otro lado como la RCA60 tiene un peso molecular aproximado de 60 kDa y cuenta con una solo cadena A (la RCA120 cuenta con dos cadenas A), se generó una curva de cuantificación a partir de los datos de absorbancia obtenidos para reportar los datos obtenidos como equivalentes de RCA60. Para ello, se modificó la concentración de RCA120 a la mitad empleando los mismos valores de abrsorbancia para considerar una sola cadena A. A partir de lo anterior se pudo modificar la curva de ELISA para cuantificar RCA60 (Figura 3) cuya ecuación para la cuantificación se muestra en la misma Figura.

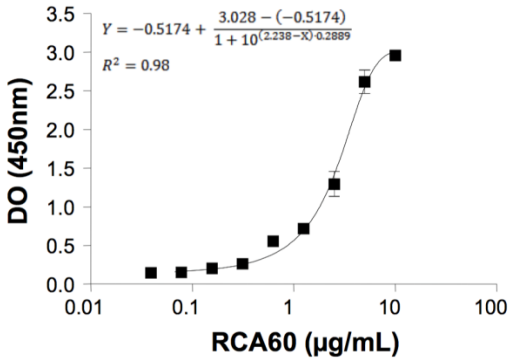


Figura 3. Curva de ELISA indirecto para la detección de RCA60 (tóxica) partiendo de Ricina A (RCA120) con anticuerpos policlonales anti RCA60. La ecuación de la curva que permite relacionar la densidad óptica a 450nm con la concentración de RCA120 se obtuvo al realizar una regresión no lineal sigmoidal dosis-respuesta (pendiente variable) obteniendo un coeficiente R2 de 0.98.

Con esta curva se demuestra que se logró implementar una metodología de ELISA indirecto para la cuantificación de ricina en equivalentes de RCA60 empleando como antígeno la aglutinina RCA120 que permitirá, en ensayos posteriores cuantificar la cantidad de cadenas A de RCA60 presentes en las pastas de higuerilla provenientes de la extracción de aceite de ricino y que además, permitirá cuantificar la cantidad de RCA60 residual al someter a la pasta de higuerilla a diversos tratamientos

CONCLUSIONES

La técnica de ELISA permitió detectar desde 0.078 µg/mL a 10 µg/mL de RCA120 y de 0.039 a 5 µg/mL equivalentes de RCA60. Alrededor de 9.48±0.74 mg equivalentes de RCA60/gr de pasta de higuerilla seca, es decir un 0.95% (p/p) del peso total de la pasta y un 27% de la proteína total soluble detectada, la técnica puede ser implementada para lotes de pasta residual de la industria aceitera y la evaluación de tratamientos de detoxificación.

BIBLIOGRAFÍA

Anandan, S.; N. K. S. Gowda; K. T. Sampath. 2012. Status of biofuels in India and scope of utilizing castor (*Ricinus communis*) cake-a biofuel co- product-as livestock feed. *In*: H. P. S. Makkar (ed.). Biofuel co- products as livestock feed. Opportunities and challenges. FAO. Rome, Italy. pp. 339-349.

Bajay, M. M.; M. I. Zucchi, T. A. Manabe Kllhl; C. E. Araújo B.; M. Monteiro; J. Baldin P. 2011. Development of a novel set of microsatellite markers for castor bean, *Ricinus communis* (Euphorbiaceae). Am. J. Bot. 98(4): e87-e89.

Comar, V.; D. Tilley; E. Felix; M. Tundera; M. Chagas N. 2004. Comparative emergy evaluation of castorbean (*Ricinus communis*) production systems in Brazil and the U. S. *In*: E. Ortega; S. Ulgiati. (eds.). Proceedings of IV Biennial International Workshop Advances in Energy Studies. Unicamp, Campinas, SP, Brazil. p. 227-237.

Hartley, M. R. and J. M. Lord (2004). "Cytotoxic ribosome-inactivating lectins from plants." Biochim Biophys Acta 1701(1-2): 1-14.

Olsnes, S. and A. Pihl (1973). "Different biological properties of the two constituent peptide chains of ricin, a toxic protein inhibiting protein synthesis." Biochemistry 12(16): 3121-6.

Radhamani, T.; R. Ushakumari. 2013. Variability studies in castor germplasm accesions (*Ricinus communis* L.). Asian Journal of Bio Science 8(1): 69-71.

DIAGNÓSTICO DE LA EFECTIVIDAD DE BIOESTIMULANTES EN EL CONTROL DEL MAL DE ALMÁCIGO EN *Pinus engelmannii*

Erickson Basave Villalobos[1], Marcelino Luna Soto[2], Homero Sarmiento López[1], Maihualy Martínez Fernández[1], José Luis García Pérez[3]

[1]Campo Experimental Valle del Guadiana y [3]Sitio Experimental La Campana. CIR-Norte Centro. INIFAP.
[2]Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza. basave.erickson@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El mal de almácigo o "damping-off", es una de las principales enfermedades fungosas que afecta a los viveros forestales. Por lo general, la enfermedad daña a más del 50% de la planta que se produce en cada ciclo (Cibrián et al., 2007). Ante tal problemática, se han desarrollados diversos métodos para erradicar o controlar la enfermedad. En la práctica, los principales que existen son los químicos, biológicos y culturales. Los químicos se basan en la aplicación de agroquímicos fungicidas, los cuales aunque son efectivos, su rentabilidad económica y ecológica es baja. Mejor rentabilidad económica y ecológica tiene los biológicos, pero su efectividad es limitada en comparación con los químicos debido a la selectividad contra algunos fitopatógenos. En cambio, los culturales son efectivos y factibles económica y ecológicamente pero dependen de un manejo adecuado de las condiciones ambientales de producción (luz, humedad, temperatura, etc.), lo cual no se cumple por la falta de infraestructura en los viveros (Sigala et al., 2015). De ahí, otras alternativas, ya sea para controlar o erradicar la enfermedad, aún son necesarias.

Recientemente, el uso de bioestimulantes ha surgido como una alternativa potencial para el control de enfermedades fungosas. Tal rol se basa en la capacidad de estas sustancias de inducir mecanismos de defensa en las plantas a estrés biótico o abiótico (Gómez y Reis, 2011). Existe una amplia variedad de substancias bioestimulantes. Las que más destacan por su disponibilidad en el mercado y por su creciente uso y efectividad para inducir en las plantas resistencia a estreses bióticos y abióticos, son los fosfitos (Gómez-Merino and Trejo-Téllez, 2015), el silicio (Savvas and Ntatsi, 2015) y algunos hongos del género *Trichoderma* (Martínez et al., 2013). No obstante, la efectividad de estas substancias ha sido explorada mayormente en cultivos hortícolas y poca información se dispone para el caso de los cultivos de especies forestales, ejemplos de algunos trabajos son los realizados por Yin et al. (2015) y (Yin et al., 2015), por lo tanto, mayor información para especies forestales aún es requerida.

En el presente trabajo se examina la efectividad de bioestimulantes en el control del mal de almácigo en *Pinus engelmanniii* asumiendo que estos productos son efectivos en reducir la incidencia o severidad de la enfermedad causado por *Fusarium oxysporum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El experimento se realizó en el vivero forestal del Campo Experimental Valle del Guadiana del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el cual está ubicado en el Km 4.5 de la carretera Durango-El Mezquital, dentro de las coordenadas geográficas 23°59'17.15"N y 104°37'35.97"O a una altitud de 1879 m.

Propagación de plántulas de *Pinus engelmannii*

Las plántulas de *P. engelmannii* utilizadas en el experimento se propagaron a partir de semilla. La siembra se realizó durante la última semana de agosto del 2015. Primero, las semillas se pusieron en remojo durante 24 h; posteriormente, fueron sembradas dentro de un sustrato compuesto por turba de musgo *Sphagnum* (peat-moss), corteza de pino compostada y perlita expandida en proporción 2:2:1. Las plántulas crecieron en contenedores. Los contenedores utilizados fueron charolas de plástico de 54 cavidades, cada cavidad con un volumen 220 mL.

Manejo de *Fusarium oxysporum* en laboratorio

La cepa de *Fusarium oxysporum* utilizada en el experimento fue aislada previamente de un lote de plántulas de vivero afectadas por el hongo. En laboratorio, la cepa fue manejada para obtener un cultivo monospórico. Este proceso involucró la siembra y reproducción masiva (mediante resiembras) de la cepa en un medio de crecimiento papa-dextrosa-agar (PDA) con extracto de levadura. Las siembras se realizaron en cajas Petri mediante el método de estría en cuadrante. Las cajas fueron incubadas a 28°C durante 15 días.

Tras la obtención del cultivo monospórico, se continuó con la cosecha de conidias para la elaboración del inóculo. De las cajas en las que el hongo creció abundantemente y su micelio se tornó algodonoso, se desprendieron masas de conidias y micelio agregando 6 mL de una solución de Polisorbato 80 estéril al 0.01% y raspando con una varilla Drigalsky. Entonces, la solución obtenida se extrajo con una jeringa y se colocó en tubos para centrifuga con capacidad de 50 mL. Posteriormente, los tubos fueron centrifugados a 400 rpm durante 15 min. El sobrenadante se eliminó y nuevamente a cada tubo se le agregó la solución de Polisorbato

80 estéril para repetir el proceso de centrifugación. Este paso se realizó consecutivamente hasta obtener una solución libre de micelio.

Después de obtenerse la suspensión de conidias, éstas fueron contadas utilizando un microscopio y una cámara de recuento Neubauer-improved. La concentración obtenida fue de 2 564 800 conidias/mL.

Aplicación de tratamientos e inoculación de las plántulas

En la primer semana de octubre de 2015, cuando las plántulas tenía aproximadamente 1.5 meses de edad, fueron aplicados los bioestimulantes. Se aplicaron fosfitos, silicio y *Trichoderma*. Cada sustancia representó un tratamiento junto a un testigo, en el que no se aplicó ningún producto (el cuadro 1 se describen los tratamientos). Una semana después, las plántulas fueron inoculadas con el hongo. El inóculo fue aplicado con una probeta sobre el cepellón de las plántulas.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos aplicados como bioestimulantes para el control del mal de almácigo en *Pinus engelmannii*

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis*	Producto comercial
Testigo	-	-	-
Fosfitos	Fosfito de Potasio ($H_3PO_3K_2O$)	6 mL/L	Alexin-K®
Silicio	Dióxido de Silicio (SiO_2)	10 mL/L	Turgent-Si®
Trichoderma	*Trichoderma harzianum*	1.66 g/L	Pro Selective™

*Las dosis se definieron en función de las recomendaciones de productos comerciales. El testigo fue agua.

Variables evaluadas

A partir del tercer día posterior a la inoculación de las plántulas y durante un mes, se registró el número de plántulas muertas, el número de plántulas vivas pero con algún síntoma visual de daño por *Fusarium* (adelgazamiento del hipocótilo o daño en los cotiledones) y el número de plántulas vivas sin daño aparente.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 20 plántulas. Con el paquete estadístico InfoStat se realizó un análisis de varianza no paramétrico mediante la prueba de Kruskal-Wallis. La prueba de hipótesis se basó en un $\alpha=0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ninguna de las variables evaluadas se registraron diferencias estadísticas entre tratamientos (P>0.05). La supervivencia de las plántulas de *P. engelmannii* tras la aplicación de los tratamientos y la inoculación del hongo fue elevada. Los valores promedio oscilaron entre 91% y 96%. En consecuencia, la tasa de mortalidad en las plántulas de todos los tratamientos fue baja (3%-9%); no obstante, de éstos, el valor más bajo correspondió a las plántulas que recibieron fosfitos (4%). Las plántulas que recibieron silicio y *Trichoderma* presentaron la mayor tasa de mortalidad, inclusive, en comparación con las plántulas a las que no se les aplicó ningún bioestimulante; sin embargo, al término del periodo de evaluación, las plántulas que no recibieron dichos productos (tratamiento testigo) fueron las que tuvieron más síntomas visuales de daño por *Fusarium*, pues 84% de las plántulas presentaron adelgazamiento del hipocótilo o daño en los cotiledones (Cuadro 2).

Cuadro 2. Respuesta de plántulas de *Pinus engelmannii* tratadas con bioestimulantes a la inoculación con *Fusarium oxysporum.*

Variable evaluada	Tratamientos aplicados			
	Testigo*	Fosfitos	Silicio	*Trichoderma*
Plántulas muertas (%)	5	4	9	9
Plántulas vivas pero con síntomas de daño (%)	84	78	69	74
Plántulas vivas (%)	95	96	91	91

*Las plántulas no recibieron ningún bioestimulante, sólo agua.

Tal contrariedad en los resultados contrasta con lo registrado en otros trabajos en los que la aplicación de algún bioestimulante tiene efectos contundentes en el control de enfermedades fungosas. Regliński et al. (2012) reportan que plantas de *Pinus radiata* infectadas con *Diplodia pinea* tuvieron un buen crecimiento y mejoraron su resistencia sistémica cuando fueron tratadas con un bioestimulante a base de *Trichoderma atroviride.* Asimismo, plántulas de *Dalbergia sissoo* resistieron a la infección de *Fusarium solani* con la aplicación de los hongos antagonistas *Trichoderma viride* y *Trichoderma harzianum* (Basak and Basak, 2011). También la aplicación de silicio indujo defensa sistémica contra la infección de *Magnaporthe oryzae* en plantas de pasto de la especie *Lolium perenne* (Rahman et al., 2015).

CONCLUSIONES

Las plántulas de *Pinus engelmanni* mostraron una alta resistencia a la infección de *Fusarium oxysporum* pero este efecto no estuvo asociado a la aplicación de un bioestimulante en particular (fosfitos, silicio o *Trichoderma*).

BIBLIOGRAFÍA

BASAK, A. & BASAK, S. 2011. Biological control of Fusarium Solani sp. Dalbergiae, The Wilt Pathogen OF Dalbergia sissoo, by Trichoderma viride and T. harzianum. *Journal of Tropical Forest Science,* 23**,** 460-466.

CIBRIÁN, T. D., ALVARADO R. D., GARCÍA D. S. E. 2007. Enfermedades forestales en México/Forest diseases in Mexico, Universidad Autónoma Chapingo;CONAFOR-SEMARNAT,México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service; Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN FAO. Chapingo, México. 587 p.

GÓMEZ-MERINO, F. C. & TREJO-TÉLLEZ, L. I. 2015. Biostimulant activity of phosphite in horticulture. *Scientia Horticulturae,* 196**,** 82-90.

MARTÍNEZ, B., INFANTE, D. & REYES, Y. 2013. Trichoderma spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal* 28**,** 1-11.

RAHMAN, A., WALLIS, C. M. & UDDIN, W. 2015. Silicon-Induced Systemic Defense Responses in Perennial Ryegrass Against Infection by Magnaporthe oryzae. *Phytopathology,* 105**,** 748-757.

REGLIŃSKI, T., RODENBURG, N., TAYLOR, J. T., NORTHCOTT, G. L., AH CHEE, A., SPIERS, T. M. & HILL, R. A. 2012. Trichoderma atroviride promotes growth and enhances systemic resistance to Diplodia pinea in radiata pine (Pinus radiata) seedlings. *Forest Pathology,* 42**,** 75-78.

SAVVAS, D. & NTATSI, G. 2015. Biostimulant activity of silicon in horticulture. *Scientia Horticulturae,* 196**,** 66-81.

SIGALA R., J.A., SARMIENTO L., H., FERREL S., J. I., BASAVE V., E., ROSALES M.S. y PRIETO R., J.A. 2015. Sistemas de producción de planta forestal en los viveros del Estado de Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana CIRNOC. Folleto técnico Núm. 79. Durango, Dgo. México. 30 p.

YIN, D. C., YANG, L. B., DENG, X., CHET, I. & SONG, R. Q. 2015. How Trichoderma virens affects growth indicators, physiological and biochemical parameters of Pinus sylvestris var. mongolica seedlings. *Beijing Linye Daxue Xuebao/Journal of Beijing Forestry University,* 37**,** 78-83.

DETECCIÓN DE *Candidatus liberibacter* spp. EN CÍTRICOS EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

Santos Graciela Montemayor Beltrán[1], Isidro Humberto Almeyda León[2], María Genoveva Álvarez Ojeda[3]

[1] Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán, calle 16 y lago de Chapala, colonia Aztlán, Cd. Reynosa Tamaulipas. C. P. 88740; [2]INIFAP-Campo Experimental General Terán, Km 31 Carretera Montemorelos-China, Exhacienda Las Anacuas, C. P. 67400; [3]Campo Experimental Río Bravo. Km 61 Carretera Matamoros-Reynosa, A.P. 172. C.P. 88900. Río Bravo, Tamaulipas, México. Autor para correspondencia: (almeyda.isidro @inifap.gob.mx).

INTRODUCCIÓN

La enfermedad del Huanglonbing (HLB) conocido también como ‘‘dragón amarillo’’ o ‘‘enverdecimiento de los cítricos’’ afecta gravemente a los cítricos a nivel mundial (Collazo *et al*, 2011), debido a los daños que ocasiona, su gran diseminación y difícil diagnóstico. El agente causal del HLB una α-proteobacteria, gram negativa, la cual no ha sido cultivada artificialmente esta bacteria pertenece al género *Candidatus* Liberibacter*,* está restringida al floema de la planta, provocándole improductividad hasta ocasionarle la muerte (Robles *et al*., 2013). Actualmente se conocen tres especies: *Ca.* L. asiáticus*, Ca.* L. africanus *y Ca.* L. americanus (Teixeira *et al.*, 2005a), la bacteria es trasmitida por dos vectores: *Diaphorina citri* en Asia y América y *Trioza eriytreae* en África (Bové*,* 2006). Este patógeno se distribuye a través del floema de la planta en la nervadura central de las hojas, raíces, corteza y en los frutos (Robles *et al*, 2013), presentando una sintomatología inicial, de brotes de hojas amarillas, moteado asimétrico difuso, clorosis, engrosamiento de la nervadura, síntomas que pueden llegar a confundirse fácilmente con una deficiencia de minerales (Collazo *et al.*, 2011). El primer reporte del HLB en el continente Americano fue en 2004 en Araraquara, Brasil (Bové y Ayres, 2007), en México fue reportado por primera vez en 2009 en el estado de Yucatán. Actualmente se ha detectado en 391 municipios de 22 entidades de México, de los cuales, 314 son considerados citrícolas. En el estado de Tamaulipas recientemente se tienen detectados ocho municipios (Bustamante, Victoria, Tula, Madero, Xicotencatl, Jaumave, Padilla y Palmillas) que dan positivo para *Candidatus* Liberibacter spp. (SENASICA, 2016), debido a que los cítricos son de gran importancia y demanda en nuestro país, el HLB se torna alarmante, ya que las pérdidas de producción en la industria citrícola traen consigo costos monetarios muy elevados al no existir cura para el HLB. Para la detección de la bacteria, se utilizan técnicas moleculares debido a su elevada especificidad y sensibilidad (Okuda *et al*., 2005). En este trabajo se realizó el muestreo de árboles de cítricos en el municipio de Río Bravo, con el propósito de determinar la presencia o ausencia de *Candidatus* Liberibacter en el norte de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras. La presente investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Biotecnología del Campo Experimental de Río Bravo, Tamaulipas, Km 61Carretera Matamoros-Reynosa, C. P 88900, Cd. Río Bravo, localizado en las coordenadas (25° 57´de latitud norte y 98° 01´de longitud oeste, a una media altura de 20 metros sobre el nivel del mar (MSNM). La recolección de las muestras se realizó en el ciclo Primavera-Verano 2016, se colectaron 26 muestras de hojas de diferentes árboles de cítricos, cuya sintomatología se asocia a HLB. Posteriormente las hojas fueron colocadas en sobres y transportadas bajo condiciones de refrigeración al laboratorio de biotecnología donde fueron lavadas y desinfectadas para su análisis.

Extracción de DNA. La extracción se realizó por el método CETAB (Doyle y Doyle, 1987), modificado por Almeyda *et al*. (2001). Se cortó el tejido (250 mg) de la región internervial, y se maceró en 2 ml de solución de extracción previamente calentada de 2 ME/CETAB (2 % p/v CTAB, 100 mM Tris-HCl pH 8.0, 20 mM EDTA pH 8.0, 1.4 M NaCl, 1 % p/v polivinypyrrolidona 40,000), con β-mercaptoetanol a una concentración final de 0.2 %. Aproximadamente 750 µl de esta solución se tranfirieron a un tubo eppendorf de 2.0 ml y fue incubado durante 45 min a 65 °C. Después se adicionó Sevag frío (cloroformo-alcohol isoamílico 24:1) en razón de un volumen de la muestra recuperada y se centrifugó a 10,000 rpm durante 10 minutos a temperatura ambiente. La fase acuosa fue recuperada, y se repitió este proceso por segunda ocasión. Posteriormente a la fase acuosa recuperada se le adicionó 0.5 volumenes de acetato de amonio (7.5 M, pH 7.6), y se dejaron incubando las muestras en hielo por 10 minutos y luego fueron centrifugadas a 14,000 rpm a temperatura ambiente, el sobrenadante se transfirió directamente a un tubo de 1.5 ml estéril. Para precipitar el ADN se le agregó 0.6 volumenes de isopropanol y se dejaron por 30 minutos o ± 18 horas a temperatura ambiente. Después, se centrifugó a 10,000 rpm durante 20 minutos, y se descartó el sobrenadante. Finalmente las muestras se lavaron dos veces con etanol al 70 % a temperatura ambiente a 10,000 rpm por 15 minutos. Por último el precipitado fue recuperado en 100µl de agua miliQ estéril y se mantuvieron a 4 ^{o}C hasta su uso.

Determinación de la calidad del ADN. La calidad del ADN se cuantificó en un nanodrop (Genova Nano Spectrophotometer®) y se visualizó en geles de agarosa al 0.8 %.

Reacción en cadena de la polimerasa. (PCR). Para llevar a cabo esta técnica se utilizaron tres pares de iniciadores: Oi1/Oi2c, GB1/GB3 y LP16S2F/LP16S2R (Tabla No. 1). Cada reacción se preparó en un volumen final de 25 µl conteniendo: Amortiguador de PCR (1 X), Mg Cl_2 (1.5 mMl) dNTP´s (0.2 mM), iniciadores (25 pmoles), enzima Taq DNA Polimerasa (0.3 U) y se aforó a 25 µl con agua miliQ estéril. Las reacciones de PCR se realizaron en un termociclador (Bio

Rad, Thermal Cycler), las condiciones se indican en la tabla 2.

Tabla 1. Iniciadores utilizados para la PCR.

INICIADOR	ESPECIFICIDAD	REFERENCIA
Oi1 / Oi2c	*L. asiáticus* / *L. africanus*	Jagoueix *et al.,* 1996
GB1 / GB3	*L. americanus*	Teixeira *et al.,* 2005b
LP16S2R / LP16S2F	*L. solanacearum* 16s	Secor *et al.,2009*

Tabla 2. Condiciones para los diferentes iniciadores.

Oi1/Oi2c (35 ciclos)	GB1/GB3 (40 ciclos)	LP16S2F/LP16S2R (40 ciclos)
94° C 5 min	94° C 2 min	94° C 5 min
95° C 30 seg	94° C 40 seg	94° C 30 seg
62° C 30 seg	50.7° C 40 seg	59° C 30 seg
72° C 1 min	72° C 1 min	72° C 1 min
72° C 10min	72° C 10min	72° C 6 min
4° C ∞	4° C ∞	4° C ∞

Electroforesis en geles de agarosa. Los productos amplificados de PCR fueron fraccionados separados por electroforesis en geles de agarosa al 1.5 %, durante 90 minutos a 100 voltios. Los geles fueron analizados en un transiluminador (Bio Rad, UV Transilluminator 2000).

Purificación de los productos obtenidos. Los fragmentos amplificados fueron purificados usando el kit comercial (Invitrogen, pure link quick gel extraction kit ™), siguiendo las condiciones del fabricante, y se enviaron a secuenciar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras se colectaron con base en la sintomatología que presentaban las hojas de las plantas y que se observan en la figura 1.

Fig. 1. Muestras con sintomatología característica de HLB

Extracción por el método CETAB. La técnica utilizada mostró ser eficiente, ya que se obtuvo ADN en cantidad y calidad adecuada (figura 2) para ser utilizado en las reacciones de PCR.

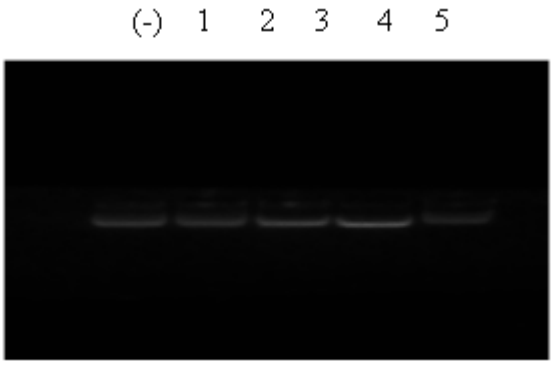


Fig. 2. ADN obtenido de muestras de cítricos por el método modificado de CTAB

Estandarización de la PCR. Para definir las temperaturas óptimas de amplificación con los iniciadores utilizados en este trabajo, se realizaron reacciones de PCR con gradientes de temperatura. Se amplificaron los fragmentos del tamaño esperado (Figura 3) con los distintos iniciadores específicos utilizados en este trabajo de acuerdo a la Tm que se indican en la tabla 2.

Reporte de muestras positivas y negativas. De las 26 muestras, se obtuvo un 19.23 % de muestras positivas con los iniciadores Oi1/Oi2c (Figura 3), el 7.69 % amplificaron con los iniciadores LP16S2R/LP16S2F (datos no mostrados), mientras que el par GB1/GB3 no amplificó ninguna de las muestras. Los resultados obtenidos indican que el HLB ya se encuentra en la región norte del Estado de Tamaulipas. Por lo tanto, se recomienda realizar un muestreo más amplio y continúo en la región norte para definir estrategias preventivas para evitar una mayor diseminación de la enfermedad, ya que hasta ahora solamente se había localizado en la zona sur del estado.

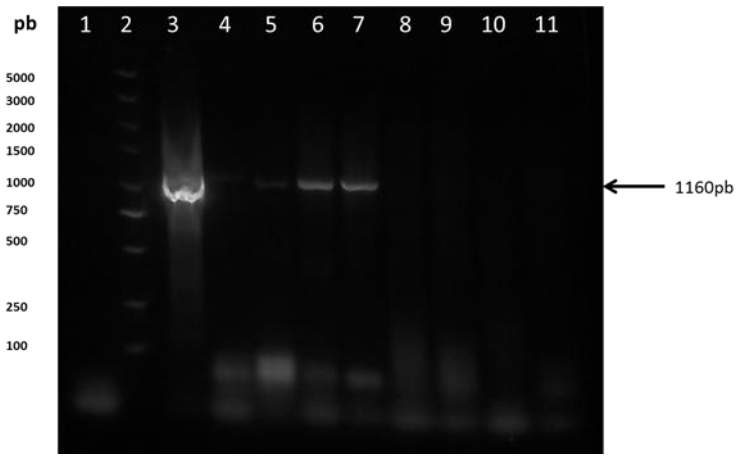


Figura 3. Productos PCR amplificados con Oi1 y Oi2c. De izquierda a derecha: carril 1: control negativo; carril 2: Marcador de pares de bases (pb); carril 3: control positivo *(L. asiáticus)*; carril 4: árbol de naranja agria; carril 5: Injerto de naranja agría y dulce; carril 6: árbol de mandarina; carril 7: árbol de limón; carril 8: árbol de naranja agría; carril 9: naranja agria; carril 10: naranja agria; carril 11: naranja agria.

CONCLUSIONES

Se establece la presencia de *Candidatus* Liberibacter spp. en la región norte del Estado de Tamaulipas ya que el 19.23 % de las muestras colectadas fueron positivas a la bacteria.

BIBLIOGRAFÍA

Almeyda I. H., Rocha M. A., Piña J., Martínez J. P., 2001. The use of polymerase chain reaction molecular hibridization for detection of phytoplasmas in diferrent plant species in Mexico. Revista Mexicana de Fitopatología. Vol. 19, #001. Sociedad Mexicana de Fitopatología A.C. México, 9 pp.

Bové J. M. 2006. Huanglongbing: A destructive, Newly Emerging, century old disease of citrus. J. Plant Pathol. 88 (1): 7-37.

Bové J. M. Y Ayres. 2007. Etiology of tree recent diseases of citrus in Sao Paulo: sudden death, variegated chlorosis and huanglongbing. IUBMB Life. 59: 346-354.

Collazo-Cordero, C.; Núñez-Luis, J. Y.; Luis-Pantoja, M.; Llauger-Riverón, R. 2011. Optimización de una reacción en cadena de la polimerasa anidada para el diagnóstico de la enfermedad ``huanglongbing´´ de los cítricos. Revista CitriFrut, vol. 28(2)

Doyle, J.J., Doyle, J.L.1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue Phytochemical Bulletin, Vol 19 p 11-15.

Jagoueix, S., Bové, J. M., Garnier M. 1996. PCR detection of the two “Candidatus” liberobacter species associated with greening disease of citrus. Mol. Cell. Probes, 10:43-50.

Okuda M., Matsumoto M., Tanaka Y., 2005. Characterization of the tufB-secE-nusG-rplKAJL-rpoB Gene cluster of the citrus greening organism and detection by Loop-Mediated Isothermal Amplification. Plant disease, vol. 89 (7).

Robles-González, M. M.; Velázquez-Monreal, J. J.; Manzanilla-Ramírez, M. A.; Orozco-Santos M.; Medina-Urrutia, V. M.; López-Arroyo, J.I.; Flores-Virgen R. 2013. Síntomas del Huanglongbing (HLB) en árboles de limón mexicano [Citrus aurantifolia (Christm) Swingle] y su dispersión en el estado de Colima

9. Association of “Candidatus liberibacter solanacearum” with zebra chiap disease of potato stablished by graft and psyllid transmission, electron microscopy and PCR. Plant disease 93:574-583.

SENASICA, 2016. Informe de acciones operativas. (senasica.gob.mx/?id=4608). Consultado el 10 de julio 2016.

Teixeira, D. C.; Danet, J. L.;Eveillard, S.; Martins, E. C.; de Jesus, W. C JR.; Yamamoto, P. T.; Lopes, S. A.;Bassanezi, R B.; Ayres, A. J.; Saillard, C.; Bové, J. M. 2005a. Citrus huanglongbing in Sao Paulo State, Brazil: PCR detection of the ``Candidatus´´ Liberibacter species associated with the disease. Molecular and cellular probes 19: 17-179.

Teixeira, D. C.; Saillard, C.; Eveillard, S.; Danet, J. L.; da Costa, P. I.; Ayres, A. J.; Bové, J. 2005b. ``Candidatus Liberibacter americanus´´, associated with citrus huanglongbing (greening disease) in Sa~o Paulo Stae, Brazil. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 55:1857-1862.

COMPUESTOS VOLÁTILES ASOCIADOS AL PICUDO DE LA GUAYABA

Karla Vanessa de Lira Ramos[1], Ernesto González Gaona[1] Guillermo Sánchez Martínez[1], Felipe Tafoya Rangel[2], Candelario Serrano Gómez[1]

[1]INIFAP – CEPAB, Ags., CP 20660, Ap 20 Pabellón de Arteaga, Ags.
[2]Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940 C.P. 20131, Aguascalientes, Ags, México.
Autor de correspondencia: ramos.vanessa@inifap.gob.mx Tel. 01-800-088-2222, ext. 82504.

INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo de la guayaba se encuentra distribuido en 18 entidades federativas ocupando una superficie de 20,899 hectáreas, pero las regiones productoras más importantes del país se localizan en los estados de Michoacán, Aguascalientes y Zacatecas, donde se cultivan 18,757 ha, que representan el 90% de la superficie total y aportan el 94% de la producción nacional (SIAP, 2014). En el municipio de Calvillo, Aguascalientes este frutal ocupa 6,268 ha, que representan el 30% de la superficie nacional plantada y se producen más de 98 mil toneladas de guayaba que equivale al 32.3% de la producción nacional lo cual ubica a Aguascalientes como el segundo estado productor (SIACON-SIAP, 2013).

Una de las plagas más importantes que atacan al cultivo es el Picudo de la guayaba (*Conotrachelus* spp.). Es considerado uno de los principales problemas de producción, ya que si no se le controla a tiempo puede ocasionar pérdidas de hasta el 60% (González *et al*., 2008). Para su combate los productores inician sus aplicaciones en forma calendarizada, aplicando de 3 a 24 aplicaciones de insecticidas (De Lira *et al*., 2015), resultando en una fuga de capital para el productor, ya que se realizan sin tomar en cuenta la presencia de la plaga.

El picudo de la guayaba presenta una coloración criptica lo que hace difícil su detección, por lo cual se desarrolló el manteo para detectar e iniciar las medidas de combate. El manteo toma en cuenta el comportamiento del picudo, que al ser disturbado se deja caer al suelo donde aparenta estar muerto. El manteo es una estrategia de detección efectiva pero muy laboriosa y su realización consume mucho tiempo (González *et al*., 2008).

Una estrategia alternativa para el monitoreo del picudo de la guayaba, es el empleo de compuestos volátiles usados por la misma plaga, ya sea para la localización de alimentos, búsqueda de parejas potenciales y/o detectar el fruto susceptibles entre otros.

Con la finalidad de detectar los compuestos volátiles asociados a esta plaga, se estableció el presente proyecto, considerando las situaciones: a) volátiles emitidos por la misma planta, b) volátiles emitidos por los adultos en forma individual (machos y hembras), y en copula y c) volátiles asociados a infestación inducida de frutos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La recolección de adultos de picudo de la guayaba se llevó a cabo en la localidad “El Rescoldo” en Benito Juárez, Apozol, Zacatecas, durante junio a agosto del 2015. Se recolectaron insectos en fase adulta mediante el manteo, que se trasladaron al laboratorio de Sanidad Vegetal del Campo Experimental Pabellón (CEPAB), en envases de plástico de un galón de capacidad con ramas con frutos.

Extracción de compuestos volátiles

La extracción de compuestos volátiles se realizó mediante fibrillas de Microextracción en Fase Sólida (SPME, por sus siglas en inglés). En el laboratorio, los adultos se confinaron en cajas Petri y una vez que se formaron parejas se separaron por género y se colocaron cinco individuos en viales de 2.0 mL, después de 6, 8 y 24 horas se introdujo en el vial mediante una perforación la fibrilla gris de SPME por un periodo de 30 min. Para la infestación inducida se seleccionaron parejas en copula que se colocaron en frascos de 250 mL en el interior se adicionó un fruto tamaño canica para sobre inducir la infestación, los frutos se revisaron para oviposición a las 8 16 y 24 h. Cuando se detectó la oviposición se hicieron pequeños cortes sobre el área conteniendo el sello de la oviposición y se pusieron en hexano.

Identificación de los volátiles

La identificación de los volátiles se realizó en el Área de Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masa-Electroantenografía, del laboratorio de Sanidad Vegetal del CEPAB. Las fibrillas SPME expuestas a los volátiles de los machos y hembras y parejas en copula, así como las muestras de daño por oviposición en hexano, se inyectaron directamente a un Cromatógrafo de Gases 7820A GC Series acoplado a un Espectrómetro de Masas 5975 Series MSD ambos de Agilent Technologies. Se usó una columna capilar HP-5MS (30m x 0.250mm con un diámetro interior de 0.25µm). La desorción se llevó a cabo en modo *Splitless* a 250°C, en el caso de la extracción mediante fibrillas SPME, la desorción fue por 30 segundos. El

Espectrómetro de Masas operó en modo *Scan* (30-550u), con las siguientes condiciones: potencial de ionización, 70 eV; temperatura de la fuente, 230°C; temperatura del quadropolo, 150°C. El gas acarreador (fase móvil) fue helio con un flujo de 1.0 mL/min. El programa de temperatura para el Cromatógrafo fue el siguiente: temperatura inicial 50°C por 5 minutos, una rampa de temperatura de 10°C por minuto hasta alcanzar 270°C mantenida por 5 minutos.

Para la identificación de los patrones de fragmentación generados por el Espectrómetro de Masa, se utilizó la base de datos c:/Database/W9N11.L, incluida en el software MSD ChemStation. Para minimizar riesgos de identificación errónea de compuestos, también se utilizaron bases de datos de libre acceso como *Pherobase Library* (http://.pherobase.com).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultados de esta investigación, se reportan 44 compuestos aislados de los frutos y/o los insectos adultos, probables componentes de los semioquímicos utilizados por el picudo de la guayaba, de los cuales los más importantes fueron el Caryophyllene, Cadinene, Humulene, Bisabolene, Selinene.

Los compuestos más importantes detectados en machos fueros Caryophyllene, Alpha pinene y Limonene, en hembras Selinene, Caryophyllene, Limonene y Alpha pinene, en machos y hembras en copula los compuestos más predominantes fueron Caryophyllene, Humulene, Gurjunene y Cadinene, de los cuales Alpha Pinene, Caryophyllene Selinene y limonene son compuestos también encontrados como olores de la guayaba ya sean hojas o frutos. Mientras que Gurjunene y Humulene son probables compuestos exclusivos de los adultos. Los compuestos asociados al daño por infestación inducida fueron Nerolidol, Globulol, Curcumene, Selinene, Bisabolene y Fenchene, de estos solo el Selinene es de origen de la planta.

Cuadro 1. Principales compuestos detectados mediante cromatografía de gases asociados a picudo de la guayaba

Compuesto	Frutos sanos	Machos	Hembras	M-H/ copula	Infestación inducida	%	Calidad
Alpha pinene		x	X			0.645, 2.04	96
Bisabolene*	X				X	1.63, 7.56	95
Cadinene	X			X		10.30, 2.4	93, 90
Caryophyllene	X	X	X	X		6.28, 0.88, 1.43, 15.27	99

Curcumene*					X	7.56	95
Fenchene*					X	17.41	90
Globulol*					X	0.41	92
Gurjunene				X		2.44	90
Humulene	X			X		8.43, 2.27	94, 99
Limonene		X	X			0.66, 1.28	98
Nerolidol*					X	0.69	91
Selinene*	X		X		X	6.54, 2.09, 15.65	99, 96

*Repelentes

CONCLUSIONES

De los compuestos detectados los más importantes por cantidad y presencia fueron el Caryophyllene, Alpha Pinene, Cadinene, Humulene, Bisabolene, Selinene. Se consideran como allomonas o volátiles asociados a hojas y frutos a Alpha Pinene, Caryophyllene Selinene y limonene. Mientras que Gurjunene y Humulene son probables compuestos exclusivos de los adultos. Los compuestos asociados al daño por infestación inducida y que pueden evaluarse como repelentes fueron Nerolidol, Globulol, Curcumene y Fenchene. Los volátiles detectados se deben evaluar en campo, de acuerdo a su disposición, con trampas tipo Tedders, ya sea como atrayentes y/o repelentes

BIBLIOGRAFÍA

De Lira R. K. V., E. González, G., J. S. Padilla, R., V. M. Rodríguez, M., R. Sánchez, L. y C. Serrano, G. 2015. Estado Actual del Conocimiento de los Productores Sobre el Control del Picudo de la Guayaba. *In:* Resúmenes 16° Seminario Nacional de Investigación. Aguascalientes, México.

González G., E., J. lozano G., M. P. España L., F. Tafoya R., J. S. Padilla R., M. P. Perales de la C., y A. Juárez M. 2008. Estrategias de manejo Orgánico-biológico del picudo de la guayaba (Conotrachelus spp). Folleto Técnico Núm. 39. P 35.

SIACON-SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Modulo agrícola del SIACON. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2012parcialsiacon-zip/. (agosto 2014).

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. Anuario estadístico de la producción agrícola. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/. (agosto 2015).

REACCIÓN AL CARBÓN PARCIAL (*Tilletia indica*) DE VARIEDADES Y LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO CRISTALINO

Guillermo Fuentes-Dávila, José Luis Félix-Fuentes, Pedro Figueroa-López, Miguel Alfonso Camacho-Casas y Gabriela Chávez-Villalba

INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, km 12 Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora 85000. Correo: fuentes.guillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El carbón parcial causado por el hongo *Tilletia indica* Mitra [sin. *Neovossia indica* (Mitra) Mundkur] 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, y no es muy común encontrar granos completamente afectados (Fig. 1) (Mitra, 1935; Bedi *et al*., 1949; Chona *et al*., 1961). Esta enfermedad se reportó por primera vez en la India (Mitra, 1931); después se reportó en Mexico (Duran, 1972), Pakistan (Munjal, 1975), Nepal (Singh *et al*., 1989), Los Estados Unidos (APHIS, 1996) y Africa del Sur (Crous *et al*., 2001). El control de este organismo es difícil debido a que las teliosporas son resistentes a factores físicos y químicos (Smilanick *et al*., 1988). El control químico se puede llevar a cabo mediante aplicación de fungicidas durante el período de floración (Salazar-Huerta *et al*., 1997; Fuentes-Dávila *et al*., 2005); sin embargo, cuando las regulaciones cuarentenarias estipulan que no hay nivel de tolerancia para la producción de semilla (SARH, 1987), esta medida no es económicamente redituable para aplicación comercial. El uso de variedades de trigo resistentes a la enfermedad es la medida de control más adecuada; además, el uso de tales variedades reduciría las posibilidades de introducir la enfermedad a áreas libres. Desde 1940's varias especies de *Triticum* han sido evaluadas para resistencia al carbón parcial (Bedi *et al*., 1949; Singh *et al*., 1988). El objetivo de este trabajo fue evaluar la reacción a *Tilletia indica* en inoculaciones artificiales en campo, de veintitrés líneas avanzadas de trigo cristalino, así como de dos variedades comerciales actualmente en uso en el noroeste de México.

Fig. 1. Síntomas de carbón parcial (*Tilletia indica*) en el grano del trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Veintitrés líneas avanzadas de trigo cristalino y las variedades CIRNO C2008 y Huatabampo Oro C2009 (Cuadro 1) se evaluaron para resistencia a carbón parcial durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2013-2014 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 21 y diciembre 3, 2013, usando aproximadamente 8 g de semilla para un surco de 0.7 m de largo en cama de dos hileras sin repeticiones. La preparación del inóculo se realizó de acuerdo a lo descrito por Fuentes-Dávila *et al*. (1993). Las inoculaciones se hicieron inyectando 1 mL de una suspensión de esporidios alantoides (10,000/mL) con una jeringa hipodérmica durante el embuche (estadío 49, Zadoks *et al*., 1974) en 10 espigas por línea. Se utilizó un sistema de microaspersión automatizada cinco veces por día durante 20 min en cada ocasión, con el fin de proveer un ambiente húmedo en el área experimental. La cosecha y trilla de las espigas inoculadas se hizo manualmente, y el conteo de granos infectados y sanos y la evaluación se realizaron mediante inspección visual. Las líneas que se evaluaron fueron originadas 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 25.8%, con un promedio de 4.9; tres líneas y la variedad CIRNO C2008 no presentaron granos infectados. El rango de infección para la segunda fue de 0 a 9.7%, con un promedio de 2.2, una línea no presentó granos infectados. La media de los tres porcentajes más altos de infección del testigo

susceptible fue de 99%. Presentaron los porcentajes promedio más altos de infección de las dos fechas de siembra: la variedad Huatabampo Oro C2009 con 10.75 y la línea CHEN_1/TEZ/3/GUIL//CIT71/CII/4/SORA/PLATA_12/5/STOT//ALTAR84/ALD/6/SOMAT_3/ PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4/7/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/CHEN_1/ TEZ/3/GUIL//CIT71/CII/5/SORA/2*PLATA_12//SOMAT_3 con 9.25. Doce líneas y la variedad CIRNO C2008 estuvieron en la categoría de infección 0.1-2.5% (Fig. 2); la línea con el menor promedio de infección fue GERUFTEL-1/BELLAROI/9/CBC509 CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ ALTAR84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/SOOTY_9/ RASCON_37//WODUCK/CHAM_3 con 0.10%. En la categoría de infección 2.6-5.0% hubo tres líneas, ocho en la categoría 5.1-10.0% y la variedad Huatabampo Oro C2009 en la categoría 10.1-30.0%. Las líneas dentro de la categoría de infección 0.1-5.0% se consideran como resistentes (Fuentes-Dávila y Rajaram, 1994) y poseen un alto potencial para ser usadas en mejoramiento como donadoras del carácter de resistencia a la enfermedad.

Cuadro 1. Variedades y 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 2013-2014, en el Valle del Yaqui, Sonora, México.

No.	Pedigrí e historial de selección
1	CIRNO C2008
2	HUATABAMPO ORO C2009
3	GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/4/DUKEM_1//PATKA_7/YAZI_1/3/PATKA_7/YAZI_1/5 /AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/3/ADAMAR CDSS04B00367T-0TOPY-10Y-0M-4Y-0M-4Y-0B
4	CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN/4/JUPAREC2001/5/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/ SNITAN/6/RISSA/GAN//POHO_1/3/PLATA_3//CREX/ALLA*2/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CA NELO_9.1 CDSS07Y00184S-099Y-099M-12Y-1M-04Y-0B
5	CHEN_1/TEZ/3/GUIL//CIT71/CII/4/SORA/PLATA_12/5/STOT//ALTAR84/ALD/6/SOMAT_3/PHAX_ 1//TILO_1/LOTUS_4/7/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/CHEN_1/TEZ/3/GU IL//CIT71/CII/5/SORA/2*PLATA_12//SOMAT_3 CDSS07B00086S-099Y-030M-13Y-4M-0Y
6	GUANAY/LOTAIL_6//ATIL/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/SOOTY_9/RASCON_ 37//GUAYACAN INIA CDSS07B00192S-099Y-042M-9Y-2M-0Y
7	SOMAT_3/GREEN_22/4/GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/6/YAV79/4/ARMENT//SRN_ 3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/MINIMUS/COMBDUCK_2//CHAM_3/3/ GREEN_19 CDSS08Y00395S-099Y-020M-7Y-4M-0Y
8	WDRAIL_1/TOSKA_26//PLATA_6/GREEN_17/3/SORA/2*PLATA_12//SOMAT_3/4/SORA/2*PLAT A_12//RASCON_37/6/YAV79/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/MINIMUS/COMB DUCK_2//CHAM_3/3/GREEN_19 CDSS08Y00490S-099Y-016M-12Y-4M-0Y
9	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
CDSS07B00576T-0TOPY-099Y-014M-11Y-4M-0Y

10 AINZEN_1/6/2*CMH82A.1062/3/GERARDOVZ394//SBA81/PLC/4/AAZ_1/CREX/5/HUI//CIT71/CII/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/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3
CDSS07B00431S-099Y-010M-11Y-2M-0Y

11 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/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/9/ALTAR84/BINTEPE 85//CAMAYO
CDSS09Y00209S-099Y-052M-41Y-0M-04Y-0B

12 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/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/9/STOT//ALTAR84/ALD/3/THB/CEP7780//2*MUSK_4/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/R
CDSS09Y00216S-099Y-032M-30Y-0M-04Y-0B

13 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
CDSS09Y00259S-099Y-016M-1Y-0M-04Y-0B

14 SOMAT_3/GREEN_22//2*RASCON_37/2*TARRO_2/10/TADIZ/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9
CDSS09Y00351S-099Y-036M-18Y-0M-04Y-0B

15 BCRIS/BICUM//LLARETAINIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21/10/ARAM_5/CALI//RASCON_37/3/PLATA_8/4/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9/11/CBC509CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/A
CDSS09Y00759T-099Y-033M-29Y-0M-04Y-0B

16 PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3/3/CABECA_2/PATKA_4//ZHONGZUO/2*GREEN_3/10/1A.1D5+1-06/2*WB881//1A.1D5+1-06/3*MOJO/3/SOOTY_9/RASCON_37/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9/11/CIRNOC 2008
CDSS09Y00762T-099Y-024M-19Y-0M-04Y-0B

17 PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3/3/CABECA_2/PATKA_4//ZHONGZUO/2*GREEN_3/10/1A.1D5+1-06/2*WB881//1A.1D5+1-06/3*MOJO/3/SOOTY_9/RASCON_37/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9/11/CIRNOC2008
CDSS09Y00762T-099Y-024M-20Y-0M-04Y-0B

18 TUNSYR-2/BELLAROI/3/SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACAN INIA
CDSS09Y00876T-099Y-012M-7Y-0M-04Y-0B

19 TUNSYR-2/BELLAROI/3/SOOTY_9/RASCON_37//GUAYACAN INIA
CDSS09Y00876T-099Y-012M-17Y-0M-04Y-0B

20 GERUFTEL-1/BELLAROI/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/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3
CDSS09Y00882T-099Y-027M-28Y-0M-04Y-0B

21 AVTA/ALTAR84/5/CHEN/ALTAR84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/6/SORA/2*PLATA_12//SOMAT_3/7/SOOTY_9/RASCON_37/9/DACK/KIWI//OSTE/3/CHEN84_1/4/MEXI75/5/NIGRIS_4/6/LLARETAINIA/7/AJAIA_16//HORA/JRO/3/GAN/4/ZAR/8/PATIN_7//HUI/YAV79/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETH
CDSS09Y00918T-099Y-014M-17Y-0M-04Y-0B

22 SOMAT_3/GREEN_22/4/GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/7/GREEN_32/CHEN_7//SILVER_14/3/DIPPER_2/BUSHEN_3/4/SNITAN/6/CHEN_1/TEZ/3/GUIL//CIT71/CII/4/SORA/PLATA_12/5/STOT//ALTAR84/ALD/8/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/3/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4
CDSS09Y00922T-099Y-020M-3Y-0M-04Y-0B

23 AINZEN_1/6/2*CMH82A.1062/3/GERARDOVZ394//SBA81/PLC/4/AAZ_1/CREX/5/HUI//CIT71/CII/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/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/10/BC

	R/GUEROU_1/
	CDSS08B00193D-099Y-036M-10Y-0M-04Y-0B
24	AG1-22/2*ACO89//2*UC1113/3/5*KOFA/12/GAUNT_10/SNITAN/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA 573//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/GAUNT_10/SNITAN
	CDSS09Y00166S-015Y-014M-6Y-0M-04Y-0B
25	AG1-22/2*ACO89//2*UC1113/3/5*SOOTY_9/RASCON_37/5/SILK_3/DIPPER_6/3/ ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/4/PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3
	CDSS09Y00657S-013Y-08M-5Y-0M-04Y-0B

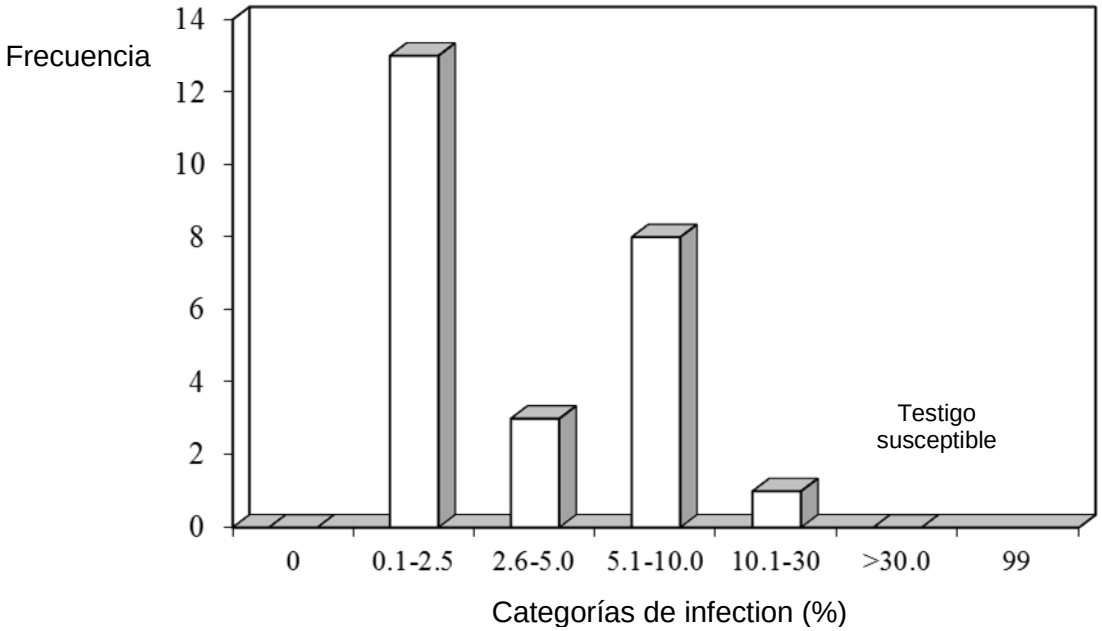


Figura 2. Categorías de infección (%) de variedades y líneas avanzadas de trigo cristalino, inoculadas artificialmente durante el ciclo 2013-2014 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora Mexico.

Las variedades de trigo producidas en los últimos ocho años, se han liberado considerando su resistencia a la roya de la hoja, roya amarilla, rendimiento, calidad y resistencia al carbón parcial. Aunque la susceptibilidad predominante al carbón parcial se presenta en los trigo 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; así mismo, es importante que los esfuerzos conjuntos entre el INIFAP y CIMMYT continúen para asegurar niveles aceptables de resistencia al carbón parcial 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

En la evaluación de líneas avanzadas de trigo cristalino para resistencia a carbón parcial, se detectaron doce dentro de la categoría de infección 0.1-2.5% y tres en la categoría 2.6-5.0%. El resto de las líneas mostraron una reacción de moderadamente resistente, por lo que es importante continuar las evaluaciones de campo, para que las líneas con mejor nivel de resistencia sean incorporadas como progenitores a los programa de mejoramiento.

BIBLIOGRAFÍA

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).

Bedi, S.K.S., Sikka, M.R., and Mundkur, B.B. 1949. Transmission of wheat bunt due to *Neovossia indica* (Mitra) Mundkur. Indian Phytopathology 2:20-26.

Chona, B.L., Munjal, R.L., and Adlakha, K.L. 1961. A method for screening wheat plants for resistance to *Neovossia indica*. Indian Phytopathol. 14:99-101.

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.

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, Tapia-Ramos E, Toledo-Martínez JA y Figueroa-López P. 2005. Evaluación de efectividad biológica de folicur 250 EW (Tebuconazol) para el control del carbón parcial (*Tilletia indica*) del trigo (*Triticum aestivum*), en el valle del Yaqui, Sonora, México, durante el ciclo de cultivo 2003-2004. Resúmenes, XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología, III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos. 19-22 de Abril, 2005. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. Resumen HC-29, página 271. 640 p.

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.

SARH. 1987. Cuarentena interior No. 16 contra el Carbón Parcial del trigo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Diario Oficial, (jueves) 12 de Marzo de 1987, México.

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.

Singh, D.V., Dhaliwal, H.S., and Metzger, R.J. 1988. Inoculum and time for screening against Karnal bunt disease of wheat. Indian Phytopathology 41(4):632-633.

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.

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* spp.) DE LÍNEAS AVANZADAS ELITE DE TRIGO HARINERO EN EL CICLO 2013-2014

Guillermo Fuentes-Dávila, José Luis Félix-Fuentes, Pedro Figueroa-López, Miguel Alfonso Camacho-Casas y Gabriela Chávez-Villalba

INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, km 12 Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora 85000. Correo: fuentes.guillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

De la semilla de trigo recién cosechada se pueden aislar más de 100 especies de hongos, incluyendo especies de los géneros *Alternaria*, *Fusarium* y *Helminthosporium*. Estos hongos son importantes en áreas con alta humedad relativa pudiendo causar infección en la semilla cuando la humedad relativa del medio ambiente es superior al 90% y el de la semilla al 20%. La presencia de lluvia durante la maduración de la semilla favorece el desarrollo de la enfermedad conocida como punta negra, así como la alta humedad que puede prevalecer durante los días previos a las cosecha (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) (Mathur y Cunfer, 1993). Infecciones severas causan decoloración y chupado de la semilla (Mathur y Cunfer, 1993). En el sur de Sonora, México, la punta negra es una enfermedad endémica de trigo cristalino o duro y de trigo harinero, aunque su incidencia varía de un año a otro; esta enfermedad también afecta al triticale (Fuentes-Dávila *et al*., 2014). En los programas de mejoramiento de trigo se selecciona para resistencia a enfermedades durante la evaluación de la semilla después de la cosecha, sin embargo, no existe un programa formal sobre punta negra en Sonora. El objetivo de este trabajo fue evaluar la reacción de líneas avanzadas elite de trigo harinero a la punta negra bajo infección natural, durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2013-2014.

Fig. 1. Síntomas característicos de punta negra en el grano del trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cuarenta y seis líneas avanzadas elite de trigo harinero se evaluaron para resistencia a la punta negra durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2013-2014 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 21, diciembre 3 y 11, 2013, 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 25%, con un promedio de 4.9; quince líneas no presentaron granos infectados. El rango de infección para la segunda fue de 0 a 32%, con un promedio de 11.4%; una línea no presentó granos infectados. El rango de infección para la tercera fecha de siembra fue de 0 a 17.1%, con un promedio de 6.4% y una línea no presentó granos infectados. El promedio de infección de cada línea en las tres fechas se muestra en la Figura 2 y las líneas que presentaron un porcentaje de infección menor a 1 se

presentan en el Cuadro 1. Cabe destacar que la línea WHEAR/VIVITSI//WHEAR/3/PANDORA fue la única que no presentó granos infectados en ninguna de las fechas. Las líneas que presentaron los porcentajes promedio más altos de infección de las tres fechas de siembra fueron: PASTOR/3/VORONA/CNO79//KAUZ/4/MILAN/ OTUS//ATTILA/3*BCN/5/MUNAL #1 con 17.13%, CROC_1/AE.SQUARROSA(205)//BORL95/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/4/FRET2/5/2* DANPHE #1 con 15.06, KIRITATI/2*WBLL1/3/TAM200/ PASTOR//TOBA97/4/VILLA JUAREZ F2009 con 14.91 y WAXWING/KRONSTAD F2004//FRNCLN con 13.74%.

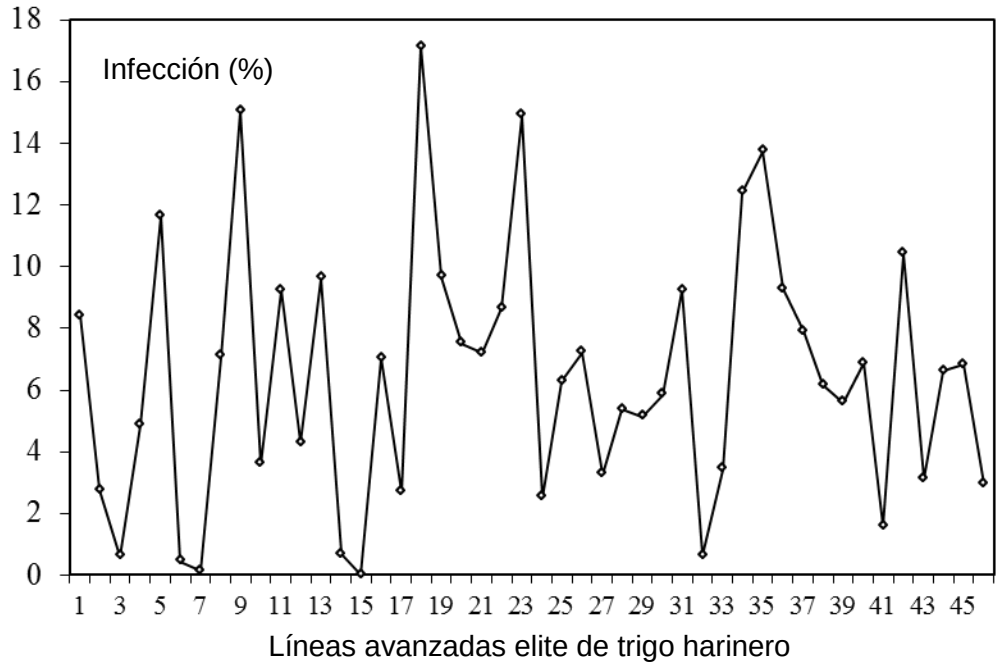


Figura 2. Porcentaje promedio de infección con punta negra, de 46 líneas avanzadas elite de trigo harinero, evaluadas bajo condiciones naturales en el ciclo 2013-2014, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México.

.

Cuadro 1. Líneas avanzadas elite de trigo harinero evaluadas en campo bajo inoculación natural con punta negra (*Alternaria* spp.) en tres fechas de siembra, durante el ciclo agrícola 2013-2014, en el Valle del Yaqui, Sonora, México, que presentaron porcentaje de infección menor a 1%.

No.	Pedigrí e historial de selección
1	WHEAR/VIVITSI//WHEAR/3/PANDORA CMSS08B00073S-099M-099NJ-099NJ-8WGY-0B
2	MUU/FRNCLN CMSS08Y00288S-099Y-099M-099NJ-40WGY-0B
3	SUP152/FRNCLN CMSS08Y00278S-099Y-099M-099Y-3M-0WGY
4	DANPHE/CHONTE CMSS08Y00174S-099Y-099M-099NJ-099NJ-12WGY-0B
5	WBLL1/KUKUNA//TACUPETO F2001*2/3/FRANCOLIN #1 CMSS08B00901T-099TOPY-099M-099NJ-099NJ-18WGY-0B
6	SWSR22T.B./5/KAUZ//ALTAR 84/AOS/3/KAUZ/4/SW94.15464/6/2*PRL/2*PASTOR CMSS08Y01067T-099M-099Y-099M-099Y-5M-0WGY

Dentro de las categorías de infección en base al promedio de los datos de las tres fechas, siete líneas estuvieron en la categoría 0.1-2.5%, ocho en la de 2.6-5.0%, 23 en la de 5.1-10.0% y siete en la de 10.1-30% (Fig. 3). El promedio general de infección del grupo de líneas fue de 6.43% con un rango de 0 a 17.1%, aunque algunas líneas presentaron porcentajes más altos de infección en las diferentes fechas como PASTOR/3/VORONA/CNO79//KAUZ/4/MILAN/ OTUS//ATTILA/ 3*BCN/5/MUNAL #1 que presentó un máximo de 32% y CROC_1/ AE.SQUARROSA(205)//BORL95/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/4/FRET2/5/2*DANPHE #1 29.8%. Fuentes-Dávila *et al*. (2013) reportaron que la línea de trigo cristalino SOMAT_4/INTER_8/4/ GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/5/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN presentó un porcentaje de infección de 50.66% bajo condiciones naturales de infección en el ciclo agrícola 2009-2010, y que las variedades comerciales CIRNO C2008, Samayoa C2004, Patronato Oro C2008 y Sáwali Oro C2008 tuvieron 13.93, 12.13, 6.03 y 5.85%, respectivamente. Por otro lado, la línea de trigo harinero BABAX/LR42//BABAX/3/ER2000 presentó 30.87% de grano infectado. Estos niveles de infección afectan la calidad del grano con la consecuente baja en el precio de venta. Aunque el promedio de infección del grupo de líneas evaluado en este trabajo fue relativamente bajo (6.43%), 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 harinero, para producir un cultivo comercialmente viable para los productores del estado de Sonora y que satisfaga los requerimientos de la industria.

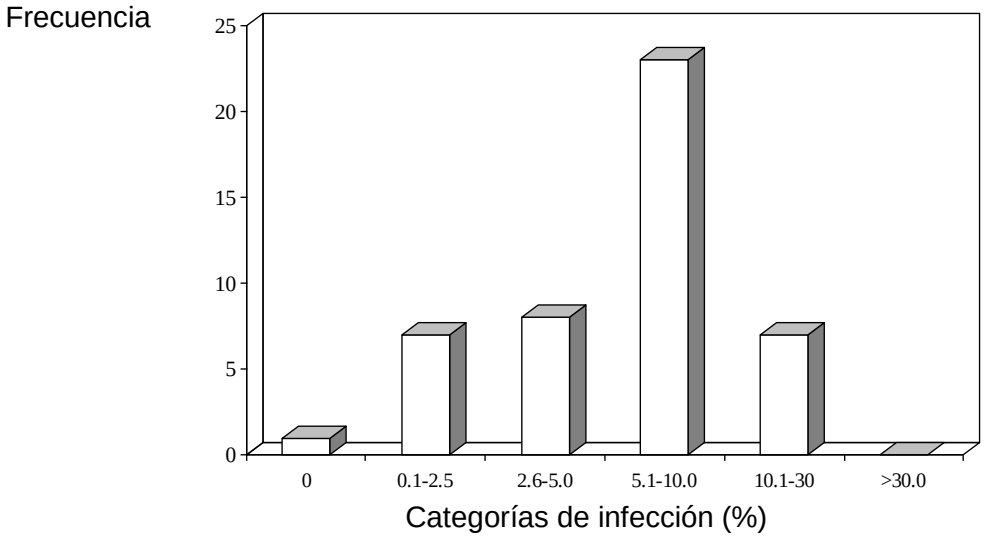


Figura 3. Categorías de infección (%) por punta negra, de líneas avanzadas elite de trigo harinero evaluadas bajo condiciones naturales en el ciclo 2013-2014, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, Mexico.

CONCLUSIONES

La línea experimental de trigo harinero WHEAR/VIVITSI//WHEAR/3/PANDORA no presentó granos infectados con punta negra en ninguna de las tres fechas de siembra.

Las líneas MUU/FRNCLN, SUP152/FRNCLN, DANPHE/CHONTE, WBLL1/KUKUNA// TACUPETOF2001*2/3/FRANCOLIN#1 y SWSR22T.B./5/KAUZ//ALTAR84/AOS/3/KAUZ/4/ SW94.15464/6/2*PRL/2*PASTOR presentaron un promedio de infección con punta negra menor al 1%.

BIBLIOGRAFÍA

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.

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.

EVALUACION DE RESISTENCIA DE *Authonomus eugenii Cano* A TRES INSECTICIDAS

Paulina Nava Ruiz[1], Gamaliel Orozco Hernández[1], Francisco Báez Iracheta[1] y Noé Chávez Sánchez[1].

1 INIFAP Campo Experimental Delicias, Km. 2 Carretera Delicias-Rosales. Cd. Delicias, Chihuahua; CP 33000. México. Correo: nava.paulina@inifap.gob.mx

INTRODUCCION.

El cultivo del chile es una de las especies hortícolas más consumidas en el mundo. El cual presenta un crecimiento acelerado de su demanda y una gran diversidad de usos alimenticios, industriales, medicinales y ornamentales. En México es la segunda hortaliza con mayor producción, con valores de 2,732,635.07 ton. Siendo Chihuahua el estado con mayor producción en el país generando un valor directo de 2,951,294.78 miles de pesos (SIAP, 2015). Sin embargo hay factores limitantes, como son las plagas.

Una de las principales es el picudo *Authonomus eugenii Cano* (Coleóptera: Curculionidae) (García, *et al*. 2010). Causando daños en el rendimiento del cultivo de hasta un 100% (Servin, *et al*. 2008) cuando la población no es debidamente controlada. El principal daño es el aborto de flores y caída de frutos, causado por adultos que se alimentan de botones, frutos y yemas terminales. Las hembras ovipositan en botones desarrollados o pequeños frutos donde se desarrollan las larvas que se alimentan del interior del fruto (semillas y la pulpa).

Dado el fuerte daño de esta plaga, su manejo representa un incremento en los costos de producción de hasta 15% (García, *et al*. 2010), ya que llegan a presentarse de 5 a 8 generaciones durante el año. Y un rango de control de cinco a quince aspersiones por temporada (Cortez, 2009). Condición que desencadena una serie de problemas como el aumento de las dosis por parte del productor (Rodríguez, 2010). Y si el uso de agroquímicos no se hace con dosis adecuadas y una rotación de insecticidas cuyo modo de acción sea distinto pueden presentarse problemas de resistencia a insecticidas (IRAC, 2015). La cual se presenta en los organismos-plaga ya que tienen la capacidad de desarrollarse genéticamente para sobrevivir a las dosis expuestas y estas son trasmitidas a sus descendientes (Albert, *et al*. 1990).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó durante el ciclo agrícola 2015, en el municipio de Saucillo, Chihuahua, y el laboratorio de entomología del INIFAP Campo Experimental Delicias. Se seleccionó un predio con alta infestación de picudo, se colectaron frutos de chile jalapeño del hibrido Grande con daño. Los cuales fueron llevados al laboratorio y colocados en recipientes de poliestireno, la tapadera contaba con una perforación que fue cubierta con tela organdí con la finalidad de permitir el flujo de aire. Al emerger los adultos, se colectaron con un microaspirador y depositados en jaulas de madera de 60 cm por 30 cm que contenía frutos pequeños, flores y terminales vegetativas, como fuente de alimento.

Para determinar la resistencia del picudo a los insecticidas, se realizó un bioensayo de exposición residual. Primero en matraces de 100 ml se hiso una concentración de malation, thiacloprid y lambda cihalotrin (de alto grado de pureza) de 500 ppm aforados con acetona; a partir de ahí, se realizaron diluciones distintas para cada insecticida ya que fueron los parámetros para obtener porcentajes de 0 a 100% de muerte. En el cuadro 1 se observan las dosis utilizadas de los insecticidas.

Cuadro 1. Diluciones de los tres insecticidas usados para determinar resistencia.

Ingrediente activo	**Dosis (ppm)**
Malation	1, 3, 6, 9, 12, 15, 25, 35 y 40.
Thiacloprid	5, 50, 100, 150, 200, 250, 300 y 350.
Lambda cihalotrin	1, 3, 6, 9, 12, 15, 25, 35 y 40
Testigo acetona	

Cada dilución se preparó en matraces de 10 ml aforado con acetona y para evaluarlo se depositó un ml en frascos de vidrio, se impregnaron las paredes de los rodándolos, hasta volatizar la acetona. Todo el material se dejó reposar por 4 horas, transcurrido ese tiempo se depositaron 10 adultos sin sexar en cada frasco.

Los frascos se colocaron en un estante de forma horizontal para mayor contacto con el insecticida. Se tomaron datos de mortalidad a las 24 horas, considerando muerto todo aquel que no presentaba movimiento alguno al estimularlo moviendo el frasco.

Para el análisis estadístico se aplicó el procedimiento Probit del paquete estadístico SAS (SAS Versión 8, 1999), donde se obtiene el modelo de la forma:

$$P=Pr(Y=0) = C + (1-C)F(x'\beta)$$

Donde: β es el vector de parámetros estimados, F es la función de distribución normal acumulada, x es el vector de la dosis, p es la probabilidad de respuesta y C es la proporción natural de respuesta, de la proporción observada del grupo de control, sin aplicación de producto. La estimación de los parámetros β_0 y β_1 y C se realiza por el método de máxima verisimilitud, usando el algoritmo modificado de Newton-Raphson. Se estimó el valor de la dosis letal para diferentes valores de probabilidad, usando el modelo obtenido en cada producto estudiado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2, se muestran los parámetros obtenidos del modelo probit, el valor de la función del logaritmo de verosimilitud y significancia estadística de la prueba de hipótesis de la Chi cuadrada.

Cuadro 2. Parámetros estimados y prueba estadística del modelo Probit de la aplicación de varias dosis de los insecticidas malation, lambda cihalotrin y thiacloprid, en picudo del chile.

Estimación	**Valor**	**Error estándar**	**Pr > X^2**
	Malation		
Log Verosimilitud	-184.435		0.0001
B_0	-4.1471	0.6881	0.0001
B_1	3.2091	0.4982	0.0001
C	0.0851	0.0266	
	Lambda cihalotrin		
Log Verosimilitud	-128.634		0.0001
B_0	-3.3315	0.5156	0.0001
B_1	3.7446	0.4884	0.0001
C	0.0526	0.0251	
	Thiacloprid		
Log Verosimilitud	-200.498		0.0001
B_0	-1.2759	0.3323	0.0001
B_1	0.7834	0.1514	0.0001
C	0.0509	0-0351	

En malation y lambda cihalotrin, se obtiene un efecto altamente significativo de la dosis sobre la mortandad de picudo de chile, dado que en estos dos productos se aplicaron dosis similares, se

pueden comparar directamente; el valor de β_1 en malatión es de 3.20 y de 3.74 en lambda cialotrin, lo cual indica un efecto más fuerte de este último insecticida. Este comportamiento se refleja de forma más clara al considerar la dosis letal (LD) a diferentes niveles, como se muestra en el cuadro 3; el valor de LD 50, para malatión es de 18.02 ppm, valor muy superior a 7.43 ppm de lambda cihalotrin, este comportamiento se observa más contrastante para alcanzar los valores de LD 75 y LD 95, donde se observa que la dosis necesaria de malatión es tres veces mayor a la de lambda cihalotrin.

Cuadro 3. Concentración de insecticida necesario para alcanzar diferentes porcentajes de dosis letales (LD) de picudo del chile.

Insecticida	**LD 10**	**LD 30**	**LD 50**	**LD 70**	**LD 75**	**LD 80**	**LD 90**	**LD 95**
Malation	4.23	11.67	18.02	27.00	30.21	34.23	47.38	61.84
Lambda cihalotrin	2.82	5.23	7.43	10.40	11.43	12.70	16.73	20.98
Thiacloprid	0.35	6.56	34.90	173.65	273.23	451.69	1683.78	4963.67

En thiacloprid tiene un efecto altamente significativo sobre la mortandad del picudo del chile, como lo muestra la prueba estadística del modelo obtenido, así como de sus parámetros. El valor de β_1 de 0.7834 es muy inferior a los valores de malation y lambda cihalotrin, lo cual indica que son necesarias dosis más altas de este producto; para alcanzar el LD 50 se requiere de una concentración de 34.9 ppm, superior en dos y cuatro veces a malation y lambda cihalotrin, para alcanzar valores del 75 y 90% de mortandad se requieren dosis muy altas esto indica que este insecticida no tiene mucha eficiencia de contacto.

CONCLUSIONES

El picudo del chile muestra un diferente nivel de sensibilidad a los insecticidas, en el orden de lambda cihalotrin, malation y thiacloprid.

El insecticida lambda cihalotrin es más efectivo, lo cual indica que el picudo del chile tiene menor resistencia a este producto.

Thiacloprid es un insecticida con dos modos de acción, sistémico y de contacto. Por lo que tal vez si se evalúa con otra metodología tenga mas eficiencia.

BIBLIOGRAFÍA

Albert A. L., Alpuche L., Aranda E., Badillio F., Barcenas C., Chediack R., Loera R., Luz P. G., Rendón J., Viveros A. D. 1990. Los plaguicidas, el ambiente y la salud. México. Pp. 55-62.

Cortez M. E, 2008. Control biológico de picudo del chile. En: Memoria del Simposio Nacional Manejo Integrado de Picudo del Chile. Delicias, Chih. México. Pp. 29-37.

García N. G., Quiñones P. F., Lujan F. M. y Chávez S. N. 2010. Manejo integrado del picudo del chile. Folleto técnico no. 36. INIFAP Campo Experimental Delicias. Pp. 7-9.

IRAC. 2015. IRAC Mode of Action Classification Scheme. www.irac-online.org or enquiries@irac-online.org. Version 7.4

Rodríguez J. C. 2010. RESISTENCIA A INSECTICIDAS: DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA. Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. Montecillo, Estado de México. Pp. 20-25.

Servin V. R., García H. J. y Tejas R. 2008. SUSCEPTIBILITY OF PEPPER WEEVIL (*Anthonomus Eugenii Cano*) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) TO SEVEN INSECTICIDES IN RURAL AREAS OF BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), vol. 24, núm. 3, 2008, pp. 45-54.

SAS Institute Inc. 1999. SAS/STAT User's Guide, Version 8. SAS Institute Inc. Cary, N.C.

Sistema de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2016. Avances de siembra y cosecha. www.siap.gob.mx.

ESPECIES DE CHRYSOPIDAE (INSECTA: NEUROPTERA), EN EL AGROECOSISTEMA DEL SORGO, EN LA COMARCA LAGUNERA, DE COAHUILA Y DURANGO, MÉXICO

Josué Manuel de la Cruz- Ramos[1], Verónica Ávila- Rodríguez[1] y Urbano Nava-Camberos[2 1]

[1]Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio Dgo. [2]Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED, Venecia Dgo. josueramos1091@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En México sembraron 33 mil 879 ha. de cultivos (SAGARPA *et al*., 2014), en los que predominaron el algodón (10 mil 292), sorgo grano (322), sorgo escobero (940), sorgo forrajero (10 mil 497), maíz grano (mil 150), maíz forrajero (7 mil 804), etc., en la Comarca Lagunera de Durango 15 mil 389 ha predominando maíz y sorgo forrajeros. En particular el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) presenta buena adaptabilidad y rendimientos aceptables, por lo que se le ha denominado «el cereal del siglo XXI». A nivel mundial, una gran producción de sorgo se empleaba directamente en la alimentación humana (Pérez *et al.,* 2010). El sorgo suele ser atacado por una o dos plagas principales en cada agroecosistema; dichas plagas son especies persistentes y graves. Saucedo (2008) menciona que es tacado durante su crecimiento y desarrollo por insectos y por otras plagas secundarias y ocasionales. Entre las principales, por el daño que causan, es la mosquita del sorgo, los pulgones y el barrenador del tallo (Iannone, 2003). El control biológico de estos insectos plaga se realiza mediante liberaciones de Crysopas (Neuroptera: Chrysopidae).

Los crisópidos se encuentran dentro de los más eficaces depredadores, debido a que la larva se alimenta de huevos, larvas y adultos de una gran diversidad de hemípteros fitófagos y de otros insectos relativamente sedentarios (Penny *et al.,* 2002). La voracidad de las larvas las ha convertido en uno de los agentes de control biológico más favorecidos en cultivos agrícolas (Oswald *et al*., 2002). Las larvas de todas las especies y los adultos de algunos géneros son depredadores y se alimentan de una amplia variedad de insectos fitófagos tales como áfidos, cóccidos, mosquitas blancas y otros insectos de cuerpo blando que se localizan en el follaje (Hunter, 1997) y (Arredondo y Mellin, 2003). Los adultos se alimentan de otros insectos, néctar y polen (Penny *et al.,* 2002). Se ha registrado que sus larvas se alimentan agresivamente de 13 y 21 plagas de cultivos importantes respectivamente. En México, se reproducen y comercializan tres especies de Chrysopidae: *Chrysoperla carnea* (Stephens), *Cl. comanche* (Banks) y *Cl. rufilabris* (Burmeister) (CNRCB, 2016), las cuales son indistintamente liberadas en cultivos anuales y perennes, que se explotan comercialmente bajo condiciones ambientales muy

contrastantes (Ramírez, 2007). Debido a la importancia que tienen los crisópidos como reguladores de insectos plagas en los agroecosistemas, el presente trabajo tuvo como objetivo identificar las especies de Chrysopidae, en el sorgo, en la Comarca Lagunera, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La Comarca Lagunera está ubicada en el norte de México, integrada por cinco municipios del suroeste del estado de Coahuila y 10 del noreste del estado de Durango, el clima de esta zona es semidesértico con muy poca precipitación anual de 220 mm con una altitud media de 1100 msnm (Orona *et al.,* 2006). El presente estudio se realizó durante el 2015, en el estado de Coahuila fue en las localidades de Matamoros y la Partida y para el estado de Durango Bermejillo y Villa Juárez. Ubicación geográfica de los cultivos de sorgo 25º29´42.16" N 103º37´40.85" O, 25º30´56.63" N 103º30´00.80"O, 25º31´15.23" N 103º08. 25.04"O, 25º37´13.69" N 103º30´51.25"O.

Trabajo en campo. Se colectaron 50 adultos de crisopa por cultivo, los ejemplares fueron colectados mediante redes entomológicas aéreas, para posteriormente ser procesadas en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UJED.

Trabajo de laboratorio. Los especímenes recolectados fueron depositados en frascos y almacenados en un congelador a -70ºC para después ser identificados los especímenes mediante claves taxonómicas de Tauber *et al*., (1974), Ramírez *et al*., (2007) y Valencia *et al.,* (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron dos géneros y tres especies, del género *Chrysoperla*, *Cl. carnea*, *Cl. comanche* y del género *Chrysopa Ca. nigricornis.* Al respecto Szentkiralyi, (2001), menciona que los crisópidos tienen una gran presencia dentro de los sistemas agrícolas, de los cuales pertenecen principalmente a los géneros: *Chrysoperla*, *Chrysopa*, *Ceraeochrysa* y *Leucochrysa* y de estos géneros solamente coincidieron los dos primeros géneros de esta familia en el presente estudio dentro del cultivo del sorgo. De las 82 especies que están dentro de la familia Chrysopidae que se han identificado en México, únicamente en el presente estudio se identificaron 3 especies en 2 géneros; *Chrysoperla* y *Chrysopa*, Siendo las especies *Cl. Carnea, Cl. comanche*, *Ca. nigricornis* (este) de los cuales coinciden con los mencionados por (Valencia *et al.,* 2006; Tauber y De León *et al.,* 2001).

En cuanto a la abundancia de especies, del total de los especímenes colectados (200), la

especie más común fue *Cl. comanche* con el 49% de las especies colectadas, seguido de *Cl. carnea* con un 30% y 21% Ca. *nigricornis*. En cada sitio se colectaron 50 ejemplares, en la localidad de Bermejillo, Dgo., las especies *Cl. carnea* y *Ca. nigricornis* presentaron un 40% cada una y *Cl. comanche* un 20%, para la localidad Villa Juárez, Dgo., la especie *Cl. comanche* presentó un 50%, C. carnea un 40% y *Ca. nigricornis* un 10% (Figura 1). Para la localidad Matamoros la especie *Cl. comanche* presentó un 68%, *Cl. carnea* presentó un 22% de abundancia y *Ca. nigricornis* con un 10% y para la localidad la partida, la especie *Cl. comanche* presentó un 58%, *Ca. nigricornis* presentó un 26% de abundancia y *Cl. carnea* con un 16% (Figura 2). A pesar de que las especies de crisopas de distintos agroecosistemas has sido estudiados, no se tienen reporte sobre la diversidad de especies en cultivo del sorgo.

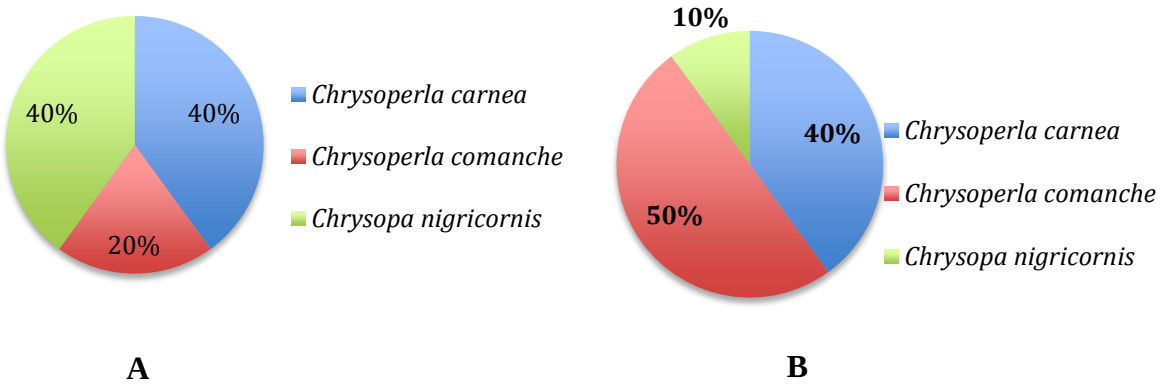


Figura 1. Porcentaje de especies de crisópidos en cultivo del sorgo en A) Bermejillo. Dgo. y B) Villa Juárez, Dgo.

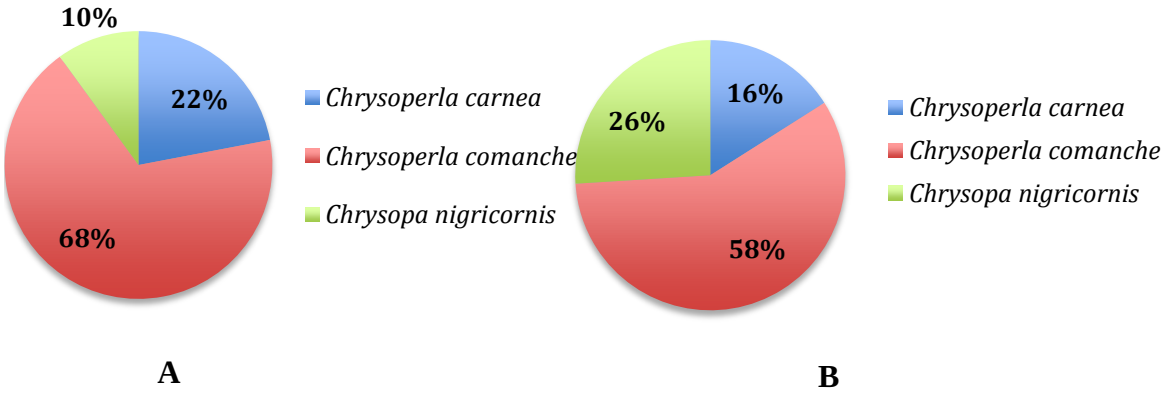


Figura 2. Porcentaje de especies de crisópidos en cultivo de sorgo, en A) Matamoros Coah., y B) La partida, Coah.

CONCLUSIONES

Se identificaron las siguientes tres especies de crisopas, en orden de mayor a menor importancia, en el cultivo del sorgo, en cuatro localidades de la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango. Del género *Chrysoperla C. comanche*, *C. carnea* y del género Chrysopa *Ca. Nigricornis.* La especie *Chrysoperla comanche* fue la especie más abundante con un 49%, en la mayoría de los cultivos de la región. Cabe mencionanr *Chrysoperla carnea*, es la especie más común producida masivamente en México y la Comarca Lagunera para el control de plagas en sorgo, sin embargo esta especie no es la más abundante en este cultivo. Por lo anterior, se infiere que la especie más adaptada y efectiva para el control biológico natural e inducido de insectos plaga es *C. comanche*. Por lo tanto, esta especie debería considerarse para su reproducción masiva en los laboratorios de cría de insectos en el país y en particular en la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango.

BIBLIOGRAFÍA

Arredondo, B. H. y Mellín, R. 2003. Comercialización de agentes de control biológico, con énfasis en los depredadores. pp. 122-130. En: López-Arroyo J.I, Rocha-Peña M.A (eds.). Memorias del Curso Nacional: Identificación y aprovechamiento de depredadores en control biológico: Chrysopidae y Coccinellidae. Monterrey, Nuevo León, México.

Centro Nacional de Referencia de Control Biológico. 2016. Tecomán, Colima, MÉXICO. http://senasica.gob.mx/?id=4157. Consultado, Agosto 2016.

Hunter, C. D. 1997. Suppliers of beneficial organisms in North America. California Environmental Protection Agency, Deptepartment of Pesticide Regulation, Sacramento, California 4: 25-27.

Iannone, N. 2003. Daño de *Diatraea* en sorgo. Alerta. Ataque de *Diatraea* en maíz. INTA. Pergamino. [En línea]:http://www.nt-solutions.com.ar/ [Consulta: 7/12/07].

Orona, I., Espinoza, J., González, G., Murillo, B.; García, J.L., Santamaría, J. 2006. Aspectos técnicos y socioeconómicos de la producción de nuez (*Carya illinoensis*) en la Comarca Lagunera, México. Agric. Téc. Méx. 32: 295–301.

Oswald, J. D., Tauber, C. A. and Diaz-Aranda L. M. 2002. Recognition of larval Neuroptera. pp. 43-81. In: McEwen P, New TR and Whittington AE. Lacewings in the crop environment. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.

Penny, N. D., Tauber, C. A. and De-León T. 2002. A new species of *Chrysopa* from Western North America with a key to North American species (Neuroptera: Chrysopidae). Annals Entomology Society of America 93: 776-784.

Pérez, A., Saucedo, O., Iglesias, J., Wencomo, H. B., Reyes, F., Oquendo, G., Milián, I. 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), ISSN 0864-0394 Pastos y Forrajes 33: 1-17.

Ramírez, D. M. 2007. Diagnosis de las especies de Chrysopidae (Neurotera) asociadas a frutales del centro y norte de México. En XXXV Congreso Nacional de Control Biológico. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla del 7 al 9 de noviembre.

SAGARPA. 2014. Plan de siembra para la región laguna SAGARPA 4-19 pp.

Saucedo, O. M. Empleo del sorgo en la alimentación animal y humana. Taller Nacional sobre empleo del sorgo. Universidad Central de Las Villas. Villa Clara, Cuba. 2008.

Szentkiralyi, F. 2001. Lacewings in fruit and nut crops. pp. 172-238. In: P. McEwen, T.R. New, and A.E. Whittington (Eds.). Lacewings in the crop environment. Cambridge University Press, United Kingdom.

Tauber C.A. 1974. Systematics of North American Chrysopid Larvae: *Chrysopa carnea*
Group (Neuroptera). Department of entomology, Cornell University, Ithaca New York.

Tauber, C. A. and T. De-León 2001. Systematics of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae): larvae of *Ceraeochrysa* from Mexico. Annals Entomology Society of America 94: 197-209.

Valencia, L. L. A. 2006. Taxonomía y registros de Chrysopidae (Insecta: Neuroptera), en el Estado de Morelos, México. Acta Zoológica Mexicana 22: 17-61.

EFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS CONVENCIONALES Y BIORRACIONALES PARA EL CONTROL DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO, *Melanaphis sacchari* (ZEHNTNER) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EN SORGO FORRAJERO

Nury Berenice Espino-Chairez[1], Urbano Nava-Camberos[1,2], Verónica Ávila-Rodríguez[2], José Luis García-Hernández[1] y Guillermo Córdova-Ruiz[1]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ), UJED, Ej. Venecia, Durango. nava_cu@hotmail.com.
[2]Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio, Dgo. vavilar@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

A finales del ciclo agrícola P-V 2013 se detectó una alta infestación del pulgón amarillo del sorgo (PAS), *Melanaphis sacchari* (Zehntner), en predios de sorgo para grano en el norte y centro de Tamaulipas. Para fines del 2014 el insecto se había dispersado a los estados de Nuevo León, Veracruz, Coahuila, Sinaloa, Nayarit, San Luis Potosí, Guanajuato, Puebla y Oaxaca. Para fines del 2015 el PAS ya se encontraba distribuido en 17 estados de México. Los principales hospedantes del pulgón amarillo son gramíneas, tales como caña de azúcar, trigo, avena, cebada, arroz, maíz y sorgo; siendo este último el cultivo preferido por esta plaga. Otros hospedantes secundarios son zacate Johnson y cañita. El daño principal del insecto se debe a la succión de la savia de las hojas, provocando una decoloración por ambos lados de éstas, tornándose amarillas o rojizas, como consecuencia de la falta de nutrientes, que son succionados por el pulgón. Otros daños indirectos se deben a excreción de mielecilla y la formación de fumagina; así como la transmisión de enfermedades virales (SENASICA 2014, Villanueva et al. 2014, Rodríguez-del-Bosque y Terán 2015). En la Comarca Lagunera el PAS se presentó con poblaciones elevadas que causaron pérdidas cuantiosas en la producción de sorgo forrajero en los ciclos agrícolas P-V 2014 y 2015.

Por lo anterior, los objetivos del presente estudio fueron determinar la efectividad de insecticidas convencionales y biorracionales para el control del PAS y su impacto en las poblaciones de depredadores en sorgo forrajero de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ) de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), ejido Venecia, Durango, durante el ciclo agrícola de verano 2015.

Se realizó un primer ensayo para evaluar insecticidas de diferentes grupos toxicológicos a las dosis comerciales (Cuadro 1). Se realizaron dos aplicaciones de insecticidas el 22 de

septiembre y el 5 de octubre del 2015. Las aplicaciones de insecticidas se realizaron con una aspersora de mochila motorizada. El volumen de agua utilizado fue de 250-300 litros por hectárea. Se efectuó un muestreo previo a la primera aplicación de los insecticidas y muestreos posteriores a los 5 y 10 días después de la primera y segunda aplicación. El muestreo consistió en tomar 10 hojas al azar por parcela experimental (repetición) de 10 plantas diferentes de sorgo. Posteriormente, se realizó un segundo ensayo para evaluar dosis de Sivanto (150, 175 y 200 ml/ha), Toretto (50, 75 y 100 ml/ha), Helmfidor (Imidacloprid) (200, 300 y 400 ml/ha), Nymbus (Azadiractina) (1000, 1500 y 2000 ml/ha), además de un testigo sin tratar (Cuadro 1). Se realizó una sola aplicación de insecticidas el 17 de octubre del 2015. El equipo y volumen de agua de aplicación fueron los mismos que en el primer ensayo. Se efectuó un muestreo previo a la aplicación de los insecticidas y muestreos posteriores a los 2, 4, 6 y 10 días después de la aplicación. El muestreo consistió en tomar 10 hojas al azar por tratamiento de 10 plantas diferentes de sorgo. En ambos ensayos se contabilizaron y registraron los PAS y depredadores presentes en cada hoja.

Cuadro 1. Tratamientos de insecticidas evaluados para el control del PAS en sorgo forrajero de verano, durante el 2015 en la Comarca Lagunera.

Tratamiento		Grupo IRAC	Dosis (ml/ha)	
Ingrediente activo	Nombre comercial		1er ensayo	2º ensayo
Sulfoxaflor	Toretto	4C	100	50, 75, 100
Flupyradifurone	Sivanto	4D	200	150, 175, 200
Azadiractina	PHC Neem Nymbuz	UN	2000	1000, 1500, 2000
Endosulfán	Agrosulfán	2A	1500	---
Jabón agrícola	Impide	---	5000	---
Imidacloprid	Helmfidor	4A	---	200, 300, 400
Testigo	Sin tratar	---	---	---

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectividad de dosis comerciales de insecticidas contra el PAS (primer ensayo). En el muestreo previo a las aplicaciones las poblaciones del PAS fluctuaron de 356 a 477 PAS por hoja. En el testigo sin tratar las poblaciones del PAS se incrementaron posteriormente hasta alcanzar un máximo de 1042 PAS por hoja y después disminuyeron gradualmente. En los insecticidas Sivanto y Toretto las poblaciones de la plaga se redujeron drásticamente desde los

5 días después de la primera aplicación, con porcentajes de control promedios del 99% y 98%, respectivamente. En el caso del insecticida Agrosulfán se observaron poblaciones intermedias de la plaga después de las aplicaciones, con porcentajes de control promedios del 75%. En los insecticidas biorracionales orgánicos PHC Neem e Impide las poblaciones continuaron altas después de las aplicaciones, con porcentajes de control promedios del 38 y 30%, respectivamente (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 2. Promedio de pulgones por hoja en diferentes tratamientos de insecticidas en sorgo forrajero de verano, en el primer ensayo, durante el 2015 en la Comarca Lagunera.

Tratamiento	Previo	5 dd 1ª aplic.	10 dd 1ª aplic.	5 dd 2ª aplic.	10 dd 2ª aplic.	Promedio
Sivanto (Flupyradifurone)	451.7	3.1	29.3	2.8	2.7	9.5
Toretto (Sulfoxaflor)	363.4	11.0	35.1	5.4	8.8	15.1
Agrosulfán (Endosulfán)	389.1	135.5	379.8	190.8	79.5	196.4
PHC Neem (Azadiractina)	437.3	443.4	606.0	710.1	176.8	484.1
Impide (jabón)	356.1	397.3	953.2	520.0	256.0	531.6
Testigo sin tratar	476.5	747.1	1041.5	943.8	315.0	761.9

Cuadro 3. Porcentaje de reducción de la población del PAS en diferentes tratamientos de insecticidas en sorgo forrajero de verano, en el primer ensayo, durante el 2015 en la Comarca Lagunera.

Tratamiento	5 días de 1ª aplic.	10 días de 1ª aplic.	5 días de 2ª aplic.	10 días de 2ª aplic.	Promedio
Sivanto (Flupyradifurone)	99.6*	97.2	99.7	99.2	98.9
Toretto (Sulfoxaflor)	98.5	96.6	99.4	97.2	97.9
Agrosulfán (Endosulfán)	81.9	63.5	79.8	74.8	75.0
PHC Neem (Azadiractina)	40.6	41.8	24.8	43.9	37.8
Impide (jabón)	46.8	8.5	44.9	18.7	29.7

***** Porcentaje de reducción de la población del PAS en los tratamientos de insecticidas con respecto a la población del testigo.

Efectividad de diferentes dosis de insecticidas contra el PAS (segundo ensayo). En el testigo sin tratar las poblaciones de la plaga fueron altas de 500.5 a 709.8 PAS por hoja. En los

insecticidas Sivanto y Toretto las poblaciones de la plaga se redujeron drásticamente desde los 2 días después de la aplicación, con porcentajes de control promedios por arriba del 97.2% y 96.0%, respectivamente. En el caso del insecticida Helmfidor se observaron poblaciones intermedias de la plaga después de 2 días de la aplicación, con porcentajes de control promedios del 23, 64 y 83% para las dosis baja, media y alta, respectivamente. En los muestreos posteriores la efectividad del Helmfidor se incrementó hasta alcanzar más del 72% a partir de los 6 días inclusive con la dosis baja. En el insecticida biorracional Nymbus las poblaciones del PAS fueron siempre altas, con porcentajes de control máximos del 28 (Cuadros 4 y 5).

Cuadro 4. Promedio de pulgones por hoja en diferentes tratamientos de dosis de insecticidas en sorgo forrajero de verano, en el segundo ensayo, durante el 2015 en la Comarca Lagunera.

Tratamiento	Dosis	Días después de aplicar			
		2	4	6	10
Sivanto (Flupyradifurone)	Baja	17.1	12.0	2.0	5.2
	Media	7.8	8.1	1.4	2.9
	Alta	4.2	6.3	0.8	0.9
	Promedio	9.7	8.8	1.4	3.0
Toretto (Sulfoxaflor)	Baja	25.0	18.9	4.7	6.4
	Media	14.8	12.7	3.6	2.5
	Alta	4.6	4.8	2.8	2.5
	Promedio	14.8	12.1	3.7	3.8
Helmfidor (Imidacloprid)	Baja	474.1	225.0	191.3	77.0
	Media	230.4	106.0	146.1	42.0
	Alta	99.6	74.3	68.4	28.2
	Promedio	268.0	135.1	135.3	49.1
Nymbus (Azadiractina)	Baja	607.9	505.2	587.2	473.5
	Media	555.8	636.0	577.0	497.1
	Alta	601.2	518.1	575.2	389.4
	Promedio	588.3	553.1	579.8	453.3
Testigo sin tratar		619.1	709.8	675.8	500.5

Cuadro 5. Porcentajes de reducción de la población del PAS en diferentes tratamientos de dosis de insecticidas en sorgo forrajero de verano, en el segundo ensayo, durante el 2015 en la Comarca Lagunera.

Tratamiento	Dosis	Días después de aplicar			
		2	4	6	10
Sivanto (Flupyradifurone)	Baja	97.2	98.3	99.7	99.0
	Media	98.7	98.9	99.8	99.4
	Alta	99.3	99.1	99.9	99.8
	Promedio	98.4	98.8	99.8	99.4
Toretto (Sulfoxaflor)	Baja	96.0	97.3	99.3	98.7
	Media	97.6	98.2	99.5	99.5
	Alta	99.3	99.3	99.6	99.5
	Promedio	97.6	98.3	99.5	99.2
Helmfidor (Imidacloprid)	Baja	23.4	68.3	71.7	84.6
	Media	62.8	85.1	78.4	91.6
	Alta	83.9	89.5	89.9	94.4
	Promedio	56.7	81.0	80.0	90.2
Nymbus (Azadiractina)	Baja	1.8	28.8	13.1	5.4
	Media	10.2	10.4	14.6	0.7
	Alta	2.9	27.0	14.9	22.2
	Promedio	5.0	22.1	14.2	9.4

***** Porcentaje de reducción de la población del PAS en los tratamientos de insecticidas con respecto a la población del testigo.

Impacto de los insecticidas en las poblaciones de depredadores. Los principales depredadores presentes en el sorgo de verano fueron crisopas verdes, catarinitas y sírfidos (moscas o dípteros). Ocasionalmente se observaron chinches depredadoras (pirata *Orius* sp., ojona *Geocoris* sp., y asesinas *Zelus* sp. y *Sinea* sp.) y el escarabajo *Collops* sp. Las poblaciones de los diferentes grupos de depredadores fueron altas en el testigo sin tratar y disminuyeron en estrecha relación con la efectividad de los insecticidas contra el PAS, de tal manera que las poblaciones fueron muy bajas en los tratamientos de Sivanto y Toretto, bajas en Agrosulfán e intermedias en PHC Neem e Impide (Figuras 1 a 3). Las densidades de depredadores estuvieron más relacionadas con las densidades del PAS que con la toxicidad de los insecticidas hacia los insectos benéficos.

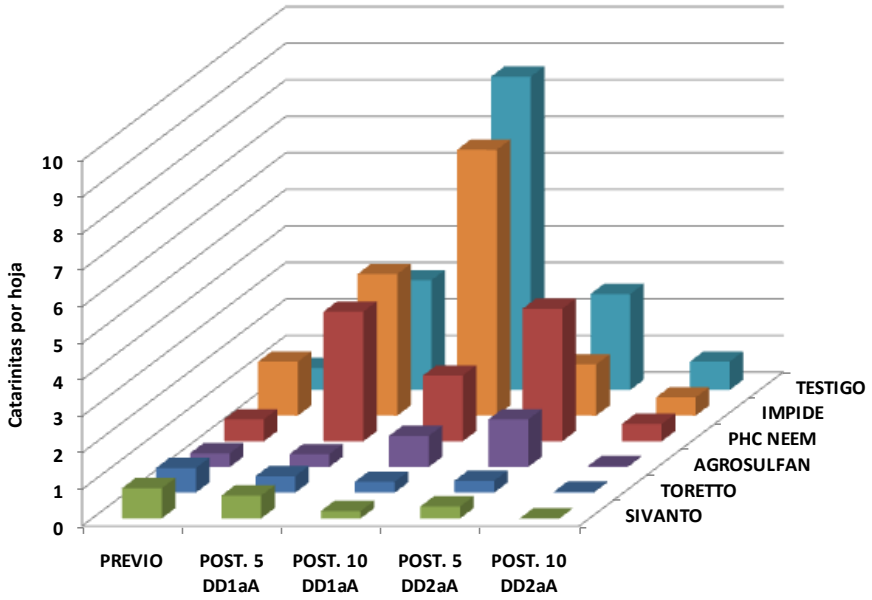


Figura 1. Densidades de catarinitas en diferentes tratamientos de insecticidas en sorgo forrajero de verano, durante el 2015 en la Comarca Lagunera

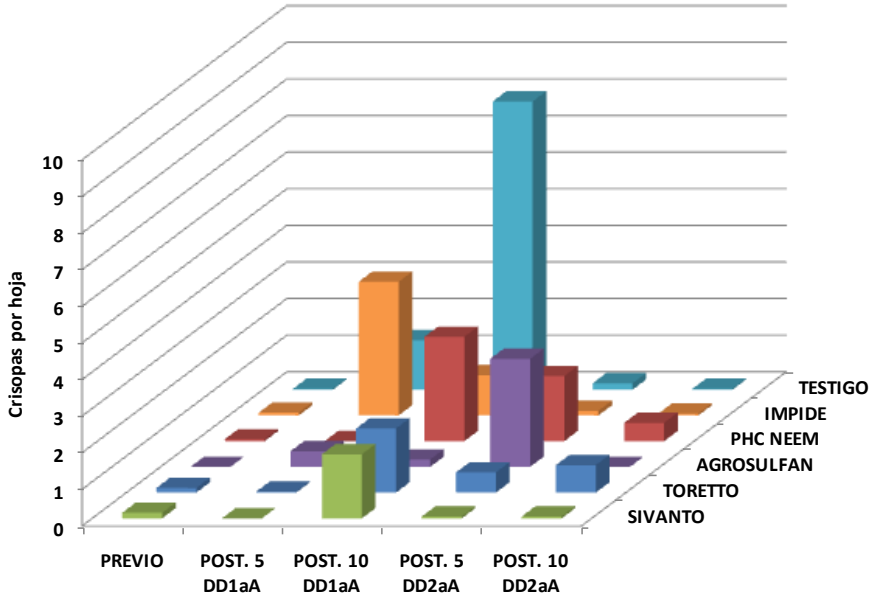


Figura 2. Densidades de crisopas en diferentes tratamientos de insecticidas en sorgo forrajero de verano, durante el 2015 en la Comarca Lagunera

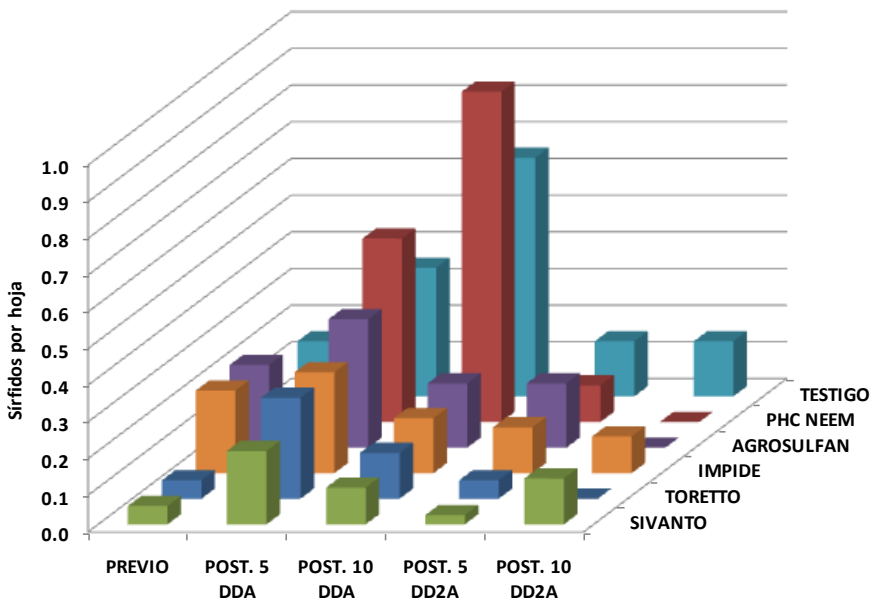


Figura 3. Densidades de sírfidos en diferentes tratamientos de insecticidas en sorgo forrajero de verano, durante el 2015 en la Comarca Lagunera.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente: los insecticidas más efectivos para el control del PAS fueron Sivanto (Flupyradifurone) y Toretto (Sulfoxaflor), inclusive a dosis bajas (50 y 150 ml/ha, respectivamente), seguidos por Helmfidor (Imidacloprid) a dosis bajas o medias (200-300 ml/ha). Las densidades de depredadores estuvieron más relacionadas con las densidades del PAS que con la toxicidad de los insecticidas hacia los insectos benéficos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración y gran disposición de los propietarios de los predios de sorgo forrajero considerados en este estudio. Se agradece el financiamiento otorgado por la Junta Local de Sanidad Vegetal Comarca Lagunera Coahuila, A. C.

BIBLIOGRAFIA

Rodríguez-del-Bosque, L. A. and A. P. Terán. 2015. *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae): A new sorghum insect pe Entomologist 40: 433-434.

SENASICA. 2014. Pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica, no 43, 15 p.

Villanueva, R. T., M. Brewer, M. O. Way, S. Biles, D. Sekula, E. Bynum, J. Swart, C. Crumley, A. Knutson, P. Porter, R. Parker, G. Odvody, C. Allen, D. Ragsdale, W. Rooney, G. Peterson, D. Kerns, T. Royer, and S. Armstrong. 2014. Sugarcane aphid: a new pest of sorghum. Texas A&M Agrilife Extension. Ento-035. Weslaco, TX, USA.

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y DAÑOS DEL GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ EN HUERTAS DE NOGAL CON MANEJO DE PLAGAS BIORRACIONAL Y CONVENCIONAL

Emigdio Morales-Olais[1], Héctor González-Hernández[1], Urbano Nava-Camberos[2,3] y Verónica Ávila-Rodríguez[3]

[1]Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo de México. emigdiomoralesolais@hotmail.com; hgzzhd@colpos.mx. [2]Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ), UJED, Ej. Venecia, Durango. nava_cu@hotmail.com. [3]Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio, Dgo. vavilar@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

En México la superficie total plantada con nogal pecanero (*Carya illinoensis* Wangenh K. Koch) es de aproximadamente 103,866 hay una producción total de 106,944 ton/año (SIAP, 2013). Destacan como principales productores de nuez los Estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León y Sonora. La producción de nuez en México se ve limitada por diferentes factores, dentro de los cuales destacan las plagas (Nava y Ramírez, 2002). En el nogal pecanero, las plagas primarias son el gusano barrenador de la nuez (GBN) *Acrobasis nuxvorella* Neunzig, gusano barrenador del ruezno (GBR) *Cydia caryana* Fitch y el complejo de pulgones formado por el pulgón amarillo *Monelliopsis pecanis* Bissell, el pulgón amarillo de alas con márgenes negros *Monellia caryella* Fitch y el pulgón negro *Melanocallis caryaefoliae* Davis (Aguirre *et al*., 1995 y Cortés, 1997). Otras plagas importantes son el salivazo *Clastoptera achatina* (Aguilar, 2007) y chinches manchadoras de almendra como la chinche verde *Nezara viridula* L., chince café *Euchistus servus* Say y chinche de patas laminadas *Leptoglossus phyllopus* L. (Dutcher y Tood, 1983), las cuales afectan la producción y calidad. Para el control de las plagas los productores han utilizado plaguicidas convencionales de alta persistencia y muy tóxicos, como los insecticidas de los grupos toxicológicos organoclorados (Endosulfan), organofosforados (Clorpirifós, Malathion), carbamatos (Lannate), piretroides (Cipermetrinas), etc. El uso de estos productos conduce a otros problemas como contaminación ambiental, resistencia de las plagas a los productos e impacto negativo en la fauna benéfica. Existe la necesidad de tener productos más sanos e inocuos considerando las exigencias del mercado de la nuez. Esto con la finalidad de ofrecer a los consumidores productos agrícolas frescos y libres de sustancias tóxicas. Los objetivos del presente estudio fueron determinar la fluctuación poblacional y los daños del GBN en huertas de nogal con manejo de plagas biorracional y convencional.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en las siguientes huertas de nogal de la Comarca Lagunera: FAZ-UJED, ej. Venecia sin manejo de plagas; huerta El Refugio, Gómez Palacio, Durango con manejo biorracional de plagas; propiedad privada Hormiguero con manejo biorracional y la huerta Ejidal de Hormiguero con manejo convencional, Matamoros, Coahuila (Cuadro 1). Se realizaron monitoreos de los adultos del GBN con el uso de trampas con feromona sexual, además se realizaron muestreos directos de racimos con daño. En cada predio se colocaron cuatro trampas tipo delta (Pherocon III D, Trece, Inc., Adair, OK 74330) con el atrayente sexual del GBN (Pherocon CAP, PNC/M). Las trampas se instalaron el 30 de marzo del 2016 y fueron reemplazadas cada mes. Las trampas se revisaron diariamente o cada tercer día hasta la fecha de primeras capturas de palomillas del GBN (tercera semana de abril) y posteriormente la revisión fue cada tercer día, con el propósito de registrar las palomillas capturadas. Además, en cada huerta se inspeccionaron 310 racimos (previo al control), las inspecciones fueron cada dos días del 27 de abril al 6 de mayo, esto para detección del umbral de acción (2 Huevos/ muestreo). La huerta de la FAZ-UJED se consideró como un testigo absoluto, y para el control de la primera generación del GBN en la huerta de El Refugio se aplicó el producto spinetoram (Exalt) a 400 mL/ha., en la huerta ejidal de Hormiguero clorpirifós etíl (Lorsban) a 1.0 L/ha. y en la propiedad privada de Hormiguero se realizaron 2 liberaciones de tricograma (*T. pretiosum*) a 10 mil huevos/ha. Para el control de la segunda generación del GBN en El Refugio se aplicó Exalt a 400 mL/ha., en la ejidal de Hormiguero Lorsban a 1.2 mL/ha. y en la propiedad privada de Hormiguero methoxyfenozide (Intrepid) a 350 mL/ha.

Cuadro 1. Características y manejo de barrenadores de la nuez de las huertas bajo estudio, Comarca Lagunera, 2016.

Huerta	Variedades	Tipo de manejo	Aplicaciones vs. GBN		Liberaciones de ins. benéficos
			Número	Productos	
P.P. Hormiguero	Western, Wichita	Biorracional	1	Intrepid	Tricograma Crisopas
Ej. Hormiguero	Wichita, Western	Convencional	2	Lorsban	---
FAZ-UJED	Western, Wichita	Orgánico	0	---	---
El Refugio	Wichita, Western	Biorracional	2	Exalt	Tricograma Crisopas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Poblaciones de palomillas del GBN en trampas con feromonas. Las primeras capturas de palomillas del GBN se registraron el 18 de abril en las huertas FAZ-UJED y la ejidal de Hormiguero, el 20 de abril en la huerta de El Refugio, y el 24 de abril en la propiedad privada de Hormiguero (Cuadro 2). Podemos observar que las primeras capturas se presentaron similar a ciclos anteriores, con solo de 3 a 4 días después, las cuales ocurrieron del 18 al 20 de abril, aunque en la propiedad privada Hormiguero se registraron las primeras capturas el 24 de abril. La captura de las primeras palomillas en trampas nos indican el inicio de muestreos de muestreos, daños y control (Harris, 2000), esto también determina el inicio de liberación de tricogramas y el momento oportuno de control con insecticidas (Nava y Ramírez 2002). Los muestreos se iniciaron el 27 de abril; y las liberaciones de tricograma se programaron una semana después del registro de las primeras capturas. En la huerta ejidal de Hormiguero el control se realizó el 3 de mayo, en El Refugio el 4 de mayo y en la propiedad privada Hormiguero se programó liberación de tricograma para el 1 de mayo y una segunda liberación una semana después de la primera. La dinámica poblacional del GBN en trampas con feromonas en las huertas del Municipio de Hormiguero fue similar (Propiedad privada y Ejidal), aunque para el control de la primera generación del GBN la propiedad privada Hormiguero se manejó con dos liberación de tricograma y en la ejidal fue manejo convencional, en estas huertas se observaron dos picos poblacionales bien definidos del 24 de abril al 8 de mayo, el cual corresponde a la generación hibernante del GBN, y el segundo del 10 al 18 de junio, el cual corresponde a la primera generación de adultos (Figura 1).

Cuadro 2. Períodos de captura, fechas de primeras capturas y promedios de adultos de GBN capturados por trampa en huertas de nogal, Comarca Lagunera, 2016.

Huerta	Período de captura	Días de captura	Primeras capturas	Promedio de adultos por trampa	
				Todo el período	Por noche
P.P. Hormiguero	24 abr-28 jun	65	24 abril	60.0	0.92
Ej. Hormiguero	18 abr-20 jun	63	18 abril	68.8	1.09
FAZ-UJED	18 abr-26 jun	69	18 abril	28.8	0.11
El Refugio	20 abr-28 jun	69	20 abril	87.3	1.26

En las huertas de Gómez Palacio, Durango (FAZ-UJED sin control y EL Refugio con manejo biorracional) de igual manera se observaron dos picos poblacionales bien marcados del GBN, el

primero ocurrió entre el 30 de abril y 4 de mayo, correspondiente a la generación hibernante; sin embargo, las poblaciones fueron mayores en la huerta El Refugio. El segundo pico poblacional se registró del 6 al 12 de junio, siendo mayores las poblaciones en la El Refugio nuevamente (Figura 2).

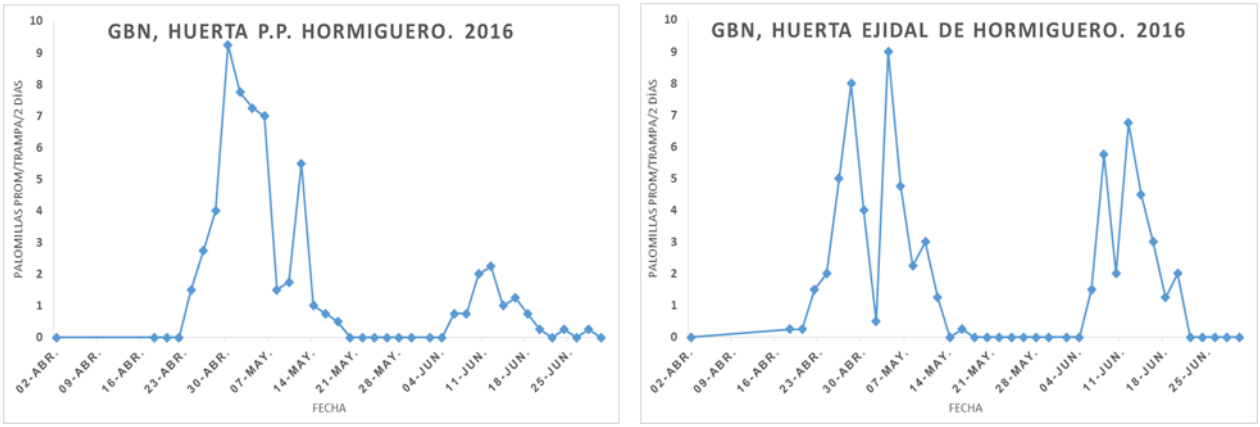


Figura 1. Fluctuación poblacional de palomillas del GBN en las huertas de nogal P.P. Hormiguero y Ejidal de Hormiguero con manejo biorracional y convencional de insecticidas, respectivamente, Comarca Lagunera, 2016.

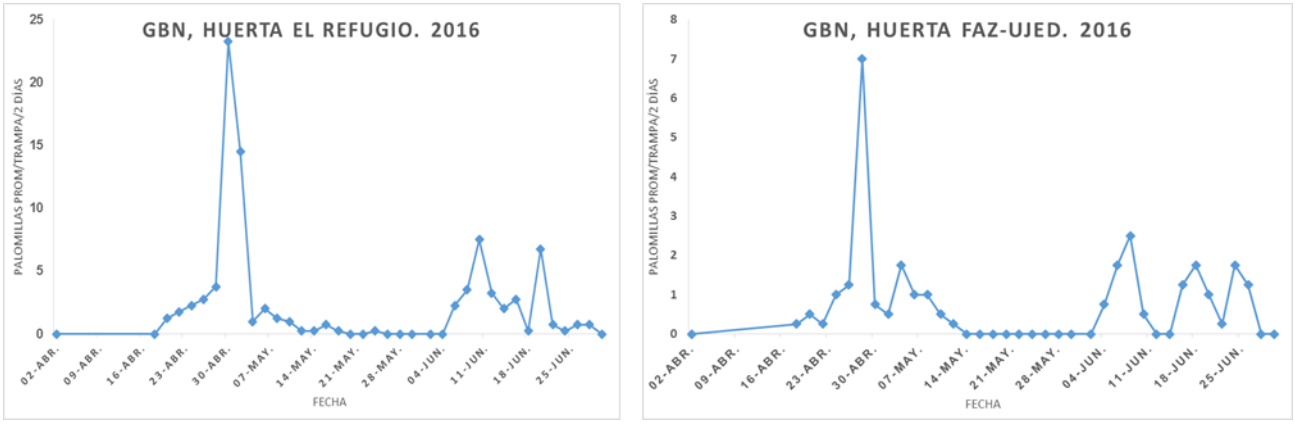


Figura 2. Fluctuación poblacional de palomillas del GBN en las huertas de nogal El Refugio y FAZ-UJED, con manejo biorracional de insecticidas y sin control, respectivamente, Comarca Lagunera, 2016.

Porcentajes de racimos dañados por el GBN. Se observó una gran variación en cuanto a los porcentajes de racimos infestados por GBN en las diferentes huertas. La mayor infestación se detectó en la huerta de FAZ-UJED sin manejo del GBN comparado con las otras tres huertas que recibieron manejo, ya sea biorracional o convencional. De manera general se observó que cuando se aplica algún método de control la infestación en racimos disminuye considerablemente, y un deficiente o mal control ocasiona grandes pérdidas, al respecto (García, 1985) menciona que el grado de daño varía del 4% al 41% en la Comarca Lagunera y de 12% al 84% en el centro de Nuevo León (Aguilar y Cortés, 1989). En la huerta Hormiguero,

donde el manejo del GBN fue con dos liberaciones de tricograma para la primera generación y con methoxifenozide (Intrepid) para la segunda, se observó un daño similar a la huerta ejidal de Hormiguero que fue manejada con 2 aplicaciones del insecticida convencional clorpirifos (Lorsban) (una aplicación para cada generación del GBN), y las poblaciones de palomillas fueron parecidas. En la huerta El Refugio se detectaron las poblaciones mayores de adultos del GBN, sin embargo, es importante mencionar que fue la que presentó menor nivel de racimos infestados. Por el contrario en la huerta de FAZ-UJED se registraron menores poblaciones de palomillas, sin embargo, fue la que presentó mayor infestación. El control del GBN en el refugio se realizó con el producto spinetoram (Exalt), el cual pertenece al grupo de las espinosinas y afecta los receptores nicotínicos en el sistema nervioso de las larvas de lepidópteros, por lo que el producto mostró buena efectividad para el control de larvas del GBN (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentajes de racimos dañados por el GBN en huertas de nogal con diferente manejo de plagas, Comarca Lagunera, 2016.

Huerta	1ª Generación (13-27 mayo)	2ª Generación (21 jun-20 jul)
Hormiguero	3.8	2.0
Ej. Hormiguero	3.97	3.0
FAZ-UJED	18.8	8.0
El Refugio	2.5	0.3

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que: existen diferencias en las poblaciones de adultos y los niveles de daño del GBn, lo cual es atribuido al tipo de manejo de la plaga. Cuando se realiza acción de control del GBN los daños disminuyen significativamente. El uso de productos biorracionales y convencionales ejerce un buen control del GBN. La huerta manejada con el insecticida spinetoram mostró el nivel más bajo de racimos infestados.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los propietarios y encargados por su colaboración y disposición de las diferentes huertas nogaleras para realizar el presente estudio.

BIBLIOGRAFIA

Aguilar A., J. A. y D. Cortés O. 1989. Evaluación de dos métodos de predicción para el control de gusano barrenador *Acrobasis nuxvorella* Nuzing, del fruto del nogal en Gral. Terán, N. L. lll Congreso Nacional de horticultura. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. P. 4-5.

Aguilar P., H. 2007. Principales plagas del nogal en el estado de Coahuila. Publicación especial No. 14. SEZAR, CIRNE, INIFAP. Zaragoza, Coah. 35 p.

Aguirre, A.L., Tucuch, E. y Harris, M.K. 1995. Oviposition and nut entry behavior of the pecan nut casebearer *Acrobasis nuxvorella*. Southwestern Entomol. 20: 447- 451.

Cortés, O.D. 1997. Gusano Barrenador de la Nuez. Manejo Integrado de Plagas del Nogal. INIFAP-Delicias, Chihuahua. p.203-218.

Dutcher, J D. and J. W. Todd. 1983. Hemiptera kernel damage of pecan. Misc. Public. Entomol.Soc.Amer. 13:1-11.

García S., C. 1985. Estudio fenológico del gusano barrenador de la nuez en el sur de Coahuila y noroeste de Durango. Avances de investigación. (mimeo.). México. CELALA-INIFAP.

Harris, M. K. 2000. La Feromona del Gusano Barrenador de la Nuez en el MIP del Nogal. Memorias del 8º. Simp. Internal Nogalero, Nogatec 2000. pp. 25-33.

Nava C., U. y M. Ramírez D. 2002. Manejo integrado de plagas del nogal. In: Tecnología de Producción en Nogal Pecanero. Arreola A. J. y I. Reyes J. (eds.). Libro Técnico No. 3. Campo Experimental La Laguna, CIRNOC, INIFAP. Matamoros, Coahuila, México. pp. 145-176.http://infosiap.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=287 (Fecha de consulta 30 de junio del 2016).

EVOLUCIÓN PATOGÉNICA DE *Salmonella* spp. EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOSTAS

Maria del Rosario Jacobo-Salcedo[1*], Sandra Patricia Maciel-Torres[2], Lourdes Lucía López-Romero[3], Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1], Uriel Figueroa Viramontes[4]

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Nacional de Investigación Disciplinaria (CENID), Relación Agua-Suelo-Planta-Atmosfera (RASPA). Km. 6.5 Margen Derecho Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango C.P. 35140.
[2] Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional de Zonas Áridas (URUZA). Bermejillo, Durango. C.P. 35230
[3] Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C. (CIMAV) Unidad Durango. Victoria 147 Norte. Zona Centro. 34000 Durango.
[4] INIFAP, Centro Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez 1200 Pte. Col. Centro, Matamoros Coahuila C.P. 27440
Correspondencia: *jacobo.rosario@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Diferentes desechos orgánicos tienen potenciales nutritivos diversos y una capacidad de composteo diferente. El uso de compostas en el sector agrícola se ha generalizado no solo como un sistema de fertilización si no que a su vez como un proceso de mejoramiento de suelos. El compostaje por definición es un proceso biológico aeróbico, mediante el cual los organismos actúan sobre el material rápidamente biodegradable, obteniendo "compost" el cual es un conjunto de nutrientes para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y favorece la absorción de agua para las plantas.

En la Comarca Lagunera se tiene una importante producción lechera con más de 400,000 cabezas de ganado (Figueroa-Viramontes et al., 2010). Por lo cual, un insumo de composteo importante es el estiércol bovino. El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola (FAO, 2013). El uso de un material que no haya finalizado correctamente el proceso de compostaje puede acarrear riesgos como: Fitotoxicidad; bloqueo biológico del nitrógeno, también conocido como "hambre de nitrógeno"; reducción de oxígeno radicular y exceso de amonio y nitratos en las plantas (FAO, 2013).

El composteo es un proceso biológico como se mencionó con anterioridad, que ocurre en condiciones aeróbicas con la adecuada humedad y temperatura se garantiza una transformación inocua de los restos orgánicos y se asegura un material asimilable para las plantas(López-Calderón, Figueroa-Viramontes, Fortis-Hernandez, Ochoa-Martinez, & Sanchez-Duarte, 2015).

La fertilización tiene un efecto sobre la dinámica de los microorganismos del suelo, los cuales desarrollan diferentes funciones, entre las que destacan la formación de humus, participación

en los ciclos de nutrientes, descomposición de compuestos y la formación de agregados (Wu et al., 2011).

Sin embargo, la función biológica de estos microrganismo nativos del suelo se ve irrumpida al adicionar compostas biológicamente no estabilizadas; es decir, materiales que posean microrganismo patógenos que por su capacidad reproductiva puedan alterar el ambiente y a su vez contaminar la producción que se establezca. Los principales microorganismos encontrados en los estiércoles son los coliformes fecales, y una de las bacterias de mayor capacidad patogénica es la *Salmonella spp.* La bacteria Salmonella posee aproximadamente 2500 serotipos de la misma (Grimont & Weill, 2007), la habilidad de esta bacteria a resistir condiciones climáticas adversas genera su alto potencial patogénico y contamínate(Grimont & Weill, 2007; OIE, 2008). Es por ello, de la importancia de monitorear las condiciones finales de las compostas generadas o de los estiércoles solarizados antes de su aplicación agronómica. La propagación de enfermedades por esta enfermedad es sumamente alto sobre todo cuando la producción es de consumo directo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del CENID RASPA, ubicado en 25°35´ latitud norte, 103°27´longitud oeste. Para la producción de la composta se utilizó estiércol bovino de engorda, a dicho estiércol se le trituró en partícula gruesa para reducir el tamaño mediante una aplanadora y se tamizo por maya hexagonal de 25 mm. Se realizó la incorporación de rastrojo de maíz previamente triturado a partículas de 5-10 cm.

Los tratamientos empleados en la producción de las compostas son:

Tratamiento	*% Estiércol*	*% Rastrojo de Maíz*
T1	100	0
T2	75	25
T3	50	50
T4	25	75

Cuadro 1. Tratamientos experimentales.

Las compostas producidas se establecieron como pilas a cielo abierto, con riegos y movimiento de las pilas según la necesidad. La temperatura se midió cada 3 días para evaluar el proceso de compostaje, la producción y monitoreo fue de 38 días.

El método para realizar la cuantificación de *Salmonella spp.* en las compostas establecidas se llevó a cabo mediante la técnica de tubos múltiples o número más probable (NMP), con el fin de evaluar su concentración bajo el proceso de composteo.

Se realizó un muestreo cada 8 días en el cual se evaluó la carga patogénica contamínate bajo el procedimiento del ANEXO IV de la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, Lodos y Biosólidos, Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

El diseño experimental fue un bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones, el análisis estadístico realizado en un análisis de Varianza mediante el programa SPSS versión 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación de cuantificación en cada tratamiento muestra un comportamiento similar en los tratamientos T1 y T2 en los cuales se tiene la mayor proporción de estiércol crudo con un 100% y 75%, teniendo una mayor concentración de *Salmonella spp* en el tiempo 0. Aunado a que los T3 y T4 muestran a su vez un comportamiento símil en donde la concentración de *Salmonella spp.* es mayor en el tiempo 1; es decir, a los 8 días posteriores al montaje. Este comportamiento muestra lo esperado contemplando la carga biológica del estiércol y la sinergia entre los sustratos empleados en el proceso de composteo.

La Figura 1 muestra la dinámica de concentración de *Salmonella spp.* en NMP por 4g ST, es preponderante observar las concentraciones de bacteria y su relación con las proporciones de Estiércol y Rastrojo (fuente de carbono), de esta forma se garantiza que la población bacteriana este realizando su objetivo en el proceso de compostaje que es desintegrar componentes y eliminar aquellos ácidos orgánicos que pudieran afectar el desarrollo de las plantas. Los microrganismo del estiércol permiten la generación de un compost de calidad donde la mayor proporción de los nutrientes se encuentren disponibles para el cultivo.

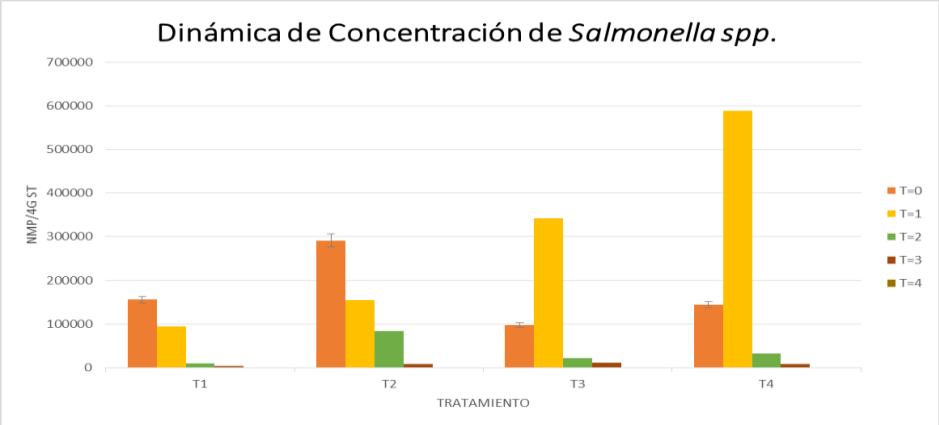


Figura 1. Dinámica de Concentración de *Salmonella spp*. en los tratamientos planteados. T1=100% Estiércol; T2= 75% Estiércol-25% Rastrojo; T3=50% Estiercol-50% Rastrojo y T4= 25% Estiércol–75% Rastrojo. En los diferentes tiempos de evaluación.

La figura 2 muestra la dinamica de crecimiento de *Salmonella spp.* a traves del tiempo del proceso de compostaje. En el T1 se tiene una interación fuerte entre las concentraciones iniciales. El crecimeinto logaritmico de estas bacteria se observa en las evaluaciones realizadas aunadas a la precencia de sustratos que le permitan activar su función biologica como lo es evidente en las fuentes de carbono mayores las cuales estan presentes en los tratamientos T3 y T4 con una proporcion del 50 y75 % de rastrojo. En los tratamientos T1 y T2 se muestra un ligero decaimiento en la concentración de la bacteia al tiempo 1 lo cual es congruente con la poca disponibilidad de carbono que se tiene con 0% y 25 % de rastrojo respectivamente.

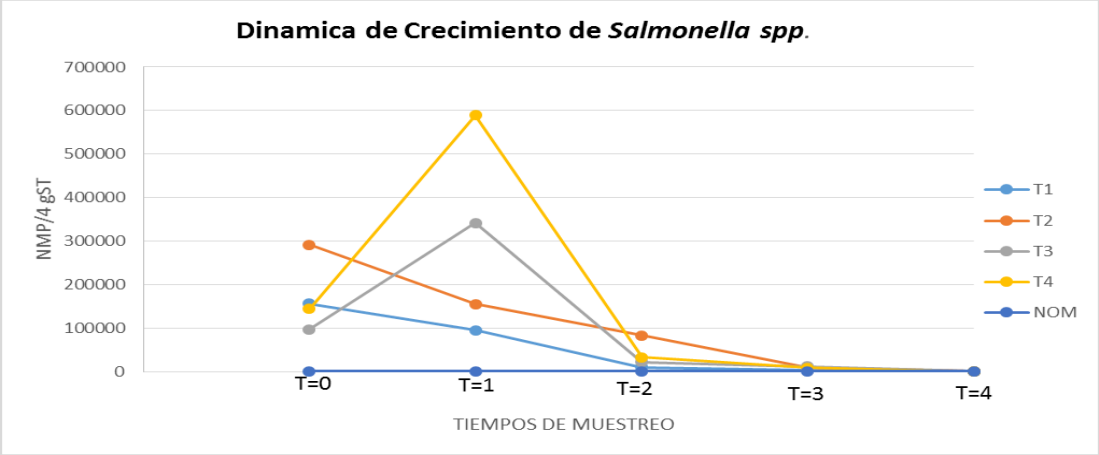


Figura 2. Dinámica de Crecimiento de *Salmonella spp*. en los tratamientos planteados. T1=100% Estiércol; T2= 75% Estiércol-25% Rastrojo; T3=50% Estiercol-50% Rastrojo y T4= 25% Estiércol–75% Rastrojo. En los diferentes tiempos de evaluación y su comparación contra la NOM-004-SEMARNAT-2002.

Considerando los resultados del análisis estadístico se muestra una diferencia significativa en los tiempos de análisis (F=3.549; G.L=4,80; P=0.010) mientras que entre tratamientos no se observó diferencia significativa (F=0.733; G.L=4,80; P=0.536). Un factor importante a definir es que al paso de los 38 días de monitoreo se tuvo una composta que cumple con la norma oficial mexica con una concentración de *Salmonella spp*. menor a 300 NMP/4g ST.

CONCLUSIONES

Las compostas producidas bajo las proporciones experimentales planteadas cumplen con la NOM-004-SEMARNAT-2002 con las concentraciones permisibles menores a 300 NMP/4g ST. Lo cual garantiza la inocuidad de la composta bajo los criterios establecidos.

El tiempo de 38 días de compostaje es suficiente para eliminar las bacterias de *Salmonella spp*. presentes en el estiércol empleado para el proceso de compostaje.

Los tratamientos T3 yT4 con mayor proporción de rastrojo presentan mejores condiciones de crecimiento microbiano, lo cual debe correlacionarse con la calidad final del compost generado.

BIBLIOGRAFÍA

FAO. (2013). *Manual de compostaje del agricultor, Experiencias en América Latina*. *Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe*. Retrieved from http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf

Figueroa-Viramontes, U., Cueto-Wong, J., Delgado, J. A., Núnez-Hernández, G., Reta-Sánchez, D., Quiroga-Garza, H., & Faz-Contreras, Rodolfo, Márquez-Rojas, J. L. (2010). Dairy Manure on Yield and Apparent Nitrogen Recovery in Silage Corn. *Terra Latinoamericana*, *28*(4), 361–369.

Grimont, P. a. D., & Weill, F.-X. (2007). Antigenic formulae of the *Salmonella* serovars. *WHO Collaborating Centre for Reference and Research on Salmonella*, *9th ed. WH*, 1–155.

López-Calderón, M. J., Figueroa-Viramontes, U., Fortis-Hernandez, G., Ochoa-Martinez, E., & Sanchez-Duarte, J. I. (2015). Evaluación de dosis equivalentes de fertilizante y estiércol en la producción de maíz forrajero (Zea mays) Fertilizer and manure equivalent rates on forage corn production (Zea mays). *Botanica Experimental Int.*, *9457*, 8–13.

OIE, (World Organisation for Animal Health). (2008). Salmonelosis. *Manual De La OIE Sobre Animales Terrestres*, 1–18. Retrieved from http://www.oie.int/es/normas-internacionales/manual-terrestre/acceso-en-linea/

Wu, F., Dong, M., Liu, Y., Ma, X., An, L., Young, J., & Feng, H. (2011). Effects of long term fertilization on AM fungal community structure and Glomalin-related soil protein in the Loess Plateau of China. *Plant Soil*, *342*, 233–247.

PRODUCCION DE BIOINSECTICIDA PARA CONTROL DE *Dendroctonus mexicanus MEDIANTE* FERMENTACION DE MEDIO SOLIDO (FMS)

Aviña-Martínez Gabriel Nicolás., García-Pereyra Jesus., Simental-Hernández, Jesús Andres, Medina-Medrano José Roberto , Amezcua-Rojas Mayra ., Rubio-Graciano, Rosa .Bertha., García-Montelongo Monica.

Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana, Durango. Km. 22 Carretera. Durango-México, 34000, Durango, Dgo. Tel. y Fax. 01 (618) 817-4787. (avinagabriel@hotmail.com)

INTRODUCCIÓN

El estado de Durango ocupa el primer lugar en producción forestal en México (González y García 2006), con una producción de 1.5 millones de m^3 de madera en rollo. La sequía prolongada, entre otros factores han generado las condiciones para la reproducción de poblaciones de insecto–plaga principalmente de gusano descortezador (*Dendroctonus sp.)* que actualmente ha ocasionado daños en 250,000 hectáreas de bosques de pino–encino del estado de Durango, con pérdidas de más de 100 millones de pesos (SEMARNAT, , 2012). Los descortezadores son un grupo de insectos de gran importancia forestal. Los daños causados a las masas forestales pueden ser desde un pequeño grupo de árboles hasta cientos o miles de hectáreas. Son organismos que se desarrollan debajo de la corteza de los árboles, debilitándolos y provocándoles la muerte (Billings *et al*, 1990). Las zonas forestales de Durango de acuerdo al consejo mundial de manejo forestal en la mayor área certificada de bosques en México. La entidad ocupó el primer lugar en producción forestal, en el 2003 con 1.93 millones de m^3 de madera en rollo y a partir del 2005 disminuyo a 1.5 millones de m^3. El bosque duranguense produce hasta 14,000 millones de m^3 de agua, en beneficio de los estados de Sinaloa, Nayarit, chihuahua y Coahuila. La sequía prolongada, entre otros factores han generado las condiciones para la reproducción de poblaciones de insecto – plaga como *Dendroctonus sp* e *Ips* que actualmente han ocasionado daños en más de 250, 000 hectáreas de bosque de pino-encino, en los municipios de Durango, Pueblo Nuevo, San Dimas, Canatlan, Santiago Papasquiaro, Guanacevi, Súchil y el mezquital (SEMARNAT, 2012). El manejo integrado de plagas (MIP) se le considera como el sistema más razonable desde el punto de vista ecológico, para preservar la calidad del medio ambiente contra la contaminación por pesticidas al mismo tiempo que se protege el ecosistema contra los daños de las plagas (Hernández *et al* 2002). Con el objetivo de encontrar una alternativa sustentable con el medio ambiente para minimizar los efectos del gusano descortezador (*Dendroctonus sp.)* que actualmente ha ocasionado daños en 250,000 hectáreas de bosques de pino–encino del estado de Durango

MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos y colecta de insectos –plaga de pino (*Dendroctonus sp*) se realizaron en zonas forestales infestadas en los municipios de Durango, San Dimas y Pueblo Nuevo del estado de Durango. Se realizaron 25 colectas en troncos de pinos derribados y descortezados por las cuadrillas de las unidades de administración forestal, previamente marcados. La colecta de insectos- plaga se realizara en contenedores de plástico con unas medidas de 20.0 X 10.0 cm. Adicionándoles una dieta controlada (a base de miel de maguey mezclada con aserrín) y posteriormente se trasladaran al laboratorio de Biología Agrícola del Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana (ITVG) ubicado a 50 kilómetros al este de la ciudad de Durango, los insectos se colocaron en una cámara bioclimática CB-14. Se mantuvieron dentro de envases de plástico en condiciones de temperatura 18^0 C y 90% HR los insectos colectados que presentaron mayor similitud con los síntomas de *M. anisopliae* se apartaron del resto para su observación en el microscopio. Para realizar el aislamiento de la cepa nativa del hongo se utilizó la técnica de macerado de insectos–plaga *Dendroctonus sp*. En un vaso de precipitado de 10.0 ml con agua destilada estéril en donde se agregó 5.0 g de *Dendroctonus* seco, la mezcla se homogenizó con un agitador magnético a máxima potencia durante 5 minutos. A partir de la mezcla se tomó 1.0 ml de la solución y posteriormente se hicieron diluciones 1:200 y se vertieron en 1.0 ml en caja petri con medio de cultivo agar dextrosa papa, del cual se tomó 1.0 ml de suspensión de esporas y se realizó 3 diluciones distintas: 1:400, 1:800 y dos siembras por estría, estos se incubaron a 28^0 C durante 72 h. Posteriormente se sembraron por estría y punto, las colonias que tuvieron apariencia similar con *M. anisopliae sp., Beauveria sp., y Paecilomyces sp*. Estas se dejaron incubar a 28^0 C por 96 horas. Las colonias que presentaron crecimiento se resembraron por estría para su posterior identificación. El crecimiento de *M. anisopliae* en medio de cultivo solido PDA se presentó en forma de colonias blancas y más tarde en verde oliva (Figura 1). Las conidios nacen alrededor de la colonia de 5-8 x 2.5-3.5 µm, con pared gruesa amarillenta verdosa La longitud de las conidios fueron medidas en µm con el programa Motic Plus® utilizando el microscopio Motic® 102M que cuenta con una cámara integrada obteniendo la media de un total de 20 mediciones en el microscopio. Se realizó la comparación de la cepa nativa con dos cepas comerciales que se tiene en conservación en el ITVG: METATRON® y CIDIIR® presentado ambas una gran similitud, la cepa nativa se resembró en medio de cultivo agar dextrosa y papa (PDA) inclinado en tubos de ensaye para su conservación a 4^0 C. la cual fue empleada como inoculo posteriormente.

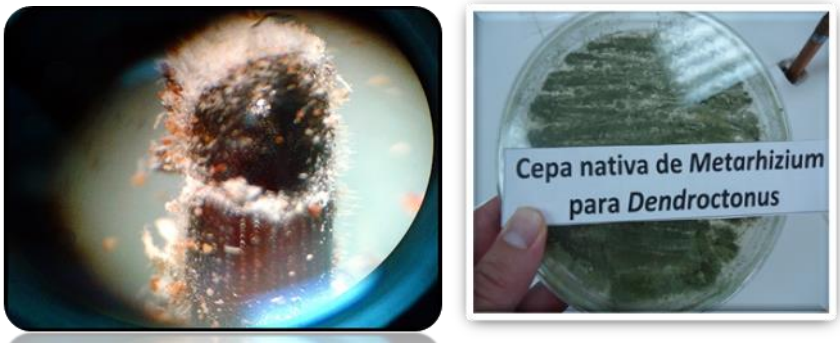


Figura 1 Aislamiento de la cepa nativa de *M. anisopliae* de insecto –plaga *Dendroctonus sp.*

Para la producción del bioinsecticida, Se utilizaron 3 fuentes de carbono: granos de sorgo, trigo resquebrajado de segunda calidad con un 40% de grano quebrado sin cascarilla y la otra fuente fue papel reciclado, se lavaron las fuentes tres veces con agua potable, posteriormente se dejó en reposo por 30 minutos con 130 ppm de una mezcla de antibiótico (tetraciclina y furazolidona, 2 pastillas de cloranfenicol/litro) (García y González, 2010). La producción del bioinsecticida se hizo en Fermentación en Medio Solido (FMS) en bolsas de poli papel de 750 gr de sustrato solido previamente esterilizado , inoculadas aplicando 10 ml/bolsa de una suspensión de conidios a una concentración de $1x10^6$ esporas/ml, se utilizó una jeringa der repetición de uso veterinario con control automático de volumen. El orifico dejado por la aguja de inoculación se selló con cinta adherible, posteriormente los sustratos de las fuentes de carbono fue homogenizado con la suspensión del inoculo, y finalmente las bolsas se pusieron en una sala de germinación y crecimiento. En esta área, las bolsas permanecieron en estantes a temperatura constante de 28 ± 1oC y un fotoperiodo 14:10 por 16 ± 2 días, hasta alcanzar la esporulación. Durante este tiempo las bolsas se removieron cada 4 días, para aumentar la superficie de contacto espora-sustrato y por lo tanto aumentar la cantidad de esporas/bolsa. (García y González, 2010). Se utilizó un diseño experimental con tres tratamientos y 6 repeticiones, los tratamientos fueron las fuentes de carbono: sorgo, trigo y papel reciclado, las variables a estudiar fueron: concentración de esporas/ml, peso seco gr/ml y dosis letal media en bioensayos con D. *mexicanus.* La cepa nativa de *M. anisopliae* fue formulado usando tierra de diatomeas, como polvo humectable, las esporas fueron separadas de las tres fuentes de carbono con ayuda de tamices de 100-400 mm, el tamaño de partícula fue de aproximadamente 100 mm, en proporción 1:10 (1g de esporas aéreas por 10 g de tierra de diatomeas), posteriormente el producto fue almacenado en bolsas cerradas herméticamente a condiciones ambientales, a una humedad menor al 10%.(García y González, 2010).

Figura 2. Formulación del Bioinsecticida con una concentración de conidios de 1.o x 10^9

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados más importantes se obtuvieron de un análisis de varianza (ANOVA /MANOVA). El rendimiento promedio de las tres fuentes de carbono fue de 1.8x10^9 esporas/g, a dosis de 240g de producto formulado con tierra de diatomeas (1.2x10^{12} esporas/ha). La cantidad de esporas obtenidas en este trabajo fue similar al de (Posada, Flórez, 2008) quien obtuvo un rendimiento mayor de esporas en cultivos de arroz cocido (1x10^{10} esporas/g). Sin embargo, los rendimientos obtenidos en este trabajo se consideran satisfactorios, de acuerdo con lo que reporta (García, González, 2010). Se realizaron bioensayos con aplicación por aspersión de los bioinsecticidas concentración de 1x10^8 esporas/ml de dos cepas comerciales y una nativa de M. anisoplae , para evaluar la susceptibilidad en D. mexicanus , causando una mortalidad superior al 80% a las 72 h, por la cepa nativa de M anisopliae , las cepas comerciales mostraron mortalidades inferiores a un 50 % a las 72 h. (Figura 3).). (Haje,Leger, 1994) reportan mayores grados de mortandad de insectos plagas cuando se les aplican patógenos que son obtenidos de manera natural del mismo insecto. (*Billings et al.,* 1990) reportan que el gusano descortezador presenta mortandades similares a dosis de 240 a 480 gramos de producto a las mismas concentraciones de 1.8x10^9 esporas/g.

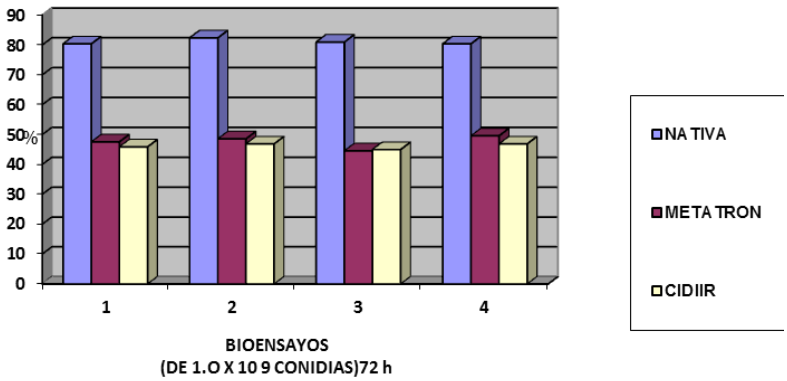


Figura. 3. Porcentaje de mortandad de *D. mexicanus* aplicando bioinsecticidas a concentración de 1x10^8 esporas/ml

CONCLUSIONES

El uso de cepas nativas permite contar con cepas adaptadas a las condiciones ambientales de la región de estudio y evita la introducción de cepas exóticas. La producción de Bioinsecticida a base de cepas nativas de *M. anisoplae* son efectivas y de mayor virulencia que las cepas comerciales para el control de *D. mexicanus*, por lo que los productores forestales se beneficiaran al tener mejores opciones de mercado y menor costo de producción y por tanto un adecuado manejo sustentable de los recursos forestales de Durango.

BIBLIOGRAFIA

Billings, R. F., H. A. Pase III and Jaime Flores L. 1990. Los escarabajos descortezadores del pino, con énfasis en Dendroctonus frontalis: Guía de campo para la inspección terrestre. Texas Forest Service Publication 146. 19 p.

Díaz M., M. Flores, S. Rodríguez & M. de la Torre. 2006. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. Interciencia, 31(12): 856-860.

García G, C, González M. B. 2010.Uso de bioinsecticida para el control de plagas de hortalizas en comunidades rurales. Ra Ximhai, v. 6, n. 1, p. 17- 22, 2010

Guerrero J., R. Carrillo y A. Aguilera. 2000a . Caracterizacion Morfologica y Germinacion de Cepas Del Hongo Entomopatogeno Metarhizium anisopliae, Asociado a Larvas de Escarabaeidos y Currculionidos. Agro sur, 27(2): 23-34.

González-Maldonado,García-Gutiérrez. (2006). Control Biológico De Plaga de Chapulín(Orthoptera:Acrididae) En Durango, México. *VEDALIA 13 (2)* , 79-83.

Hajek, A. R. St. Leger. 1994. Interactions between fungal pathogens and insect hosts. Ann. Rev. Entomologica. 39: 293-322.

Hernández Velázquez V. M. y A. M. Berlanga Padilla. 2002. Memoria. Curso: Entrenamiento Producción de Hongos Entomopatógenos. SAGARPA. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico. Tecomán, Col. México. 26 pp.

Mnyone L., M. Kirby, D. Lwetoijera, M. Mpingwa, B. Knols, W. Takken y T. Russell. 2009. Infection of the malaria mosquito, Anopheles gambiae, with two species of entomopathogenic fungi: effects of concentration, co-formulation, exposure time and persistence. Malaria Journal, 8(309).

SEMARNAT, 2012 , Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales .

Romero, F. (2004). Manejo Integral de Plagas, Las Bases, los Conseptos su Mercantilización. Tezcoco, México: Colegio de Posgraduados.

Tamez Guerra, P., Galan Wong, L., Meldrano Roldán, H., García Gutiérrez, C., Rodrígez Padilla, C., Gómes Flores, R. 2001. Bioinsecticidas: Su empleo, producción y comercialización en México. Ciencia UANL, 6(2): 143-152.

Zeno, S. C. 2006. Uso de Metarhizium anisopliae para el control biológico del salivazo (Aeneolamia spp. y Prosapia spp.) en pastizales de Brachiaria decumbens en el Petén, Guatemala. Tesis Doctoral CATIE.

Zúñiga, G., G. Mendoza Correa, R. Cisneros y Y. Salinas-Moreno. 1999. Zonas dsobreposición en las áreas de distribución geográfica de las especies mexicanas de Dendroctonus Erichson (Coleoptera: Scolytidae) y sus implicaciones ecológicoevolutivas. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 77:1-22.

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *Dendroctonus spp.* Erichson 1836 (CURCULIONIDADE: SCOLYTINAE) A DIFERENTE GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL EJIDO TALAYOTES MUNICIPIO DE BOCOYNA, CHIHUAHUA, MÉXICO

[1*]Cervantes Martínez Rosalinda, [2]Esquivel Arriaga Gerardo, [2]Villanueva Díaz José, [3]Sánchez Martínez Guillermo y [2]Cerano Paredes Julián

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Venecia, Durango, México. rosy_cervantes23@yahoo.com.mx * Autor para correspondencia
[2] Centro Nacional de Investigación Disciplinaría en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Km. 6.5 Margen Derecha del Canal Sacramento, CP 35140, Gómez Palacio, Durango, México.
[3]Campo Experimental Pabellón, INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México.

INTRODUCIÓN

Dentro de los ecosistemas forestales templados a nivel global se ha registrado un incremento en las poblaciones de insectos descortezadores, con efectos directos en la productividad y cobertura de los bosques templados (FAO, 2010; Mehr *et al.,* 2012; Salinas-Moreno *et al.,* 2010).

Hay registros del aumento de áreas de daños severos cada año en sitios donde los insectos eran escasos o no existían como en los países del Norte de América (FAO, 2010; Griffin y Turner, 2012) y Eurasia (Mehr *et al.,* 2012; Schiebe *et al*., 2012).

Una de las principales plagas es el descortezador de pinos del género *Dendroctonus* (Coleóptera: Scolitynae) (Billings *et al.,* 2004). Las especies del género *Dendroctonus* son parásitos específicos de este tipo de bosques (Coniferales), de tal forma que su distribución geográfica se asocia a estas comunidades vegetales (Zúñiga *et al.,* 1999).

En México entre los años 2012 y 2013, en la Sierra Madre Occidental, se presentó una emergencia fitosanitaria provocada por las plagas de *Dendroctonus spp* e *Ips lecontei* y otras especies de *Ips*. En Chihuahua, 130 mil hectáreas fueron afectadas y cerca de 40 mil fueron notificadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para su saneamiento. Al menos en los últimos 20 años no se habían reportado plagas en extensiones y afectaciones como las que se presentaron en estos dos años (Benet, 2014).

La dispersión espacio-temporal de las especies de plagas, tales como los escarabajos de la corteza juegan un papel clave en su ecología y dinámica de la población de brotes. La comprensión de los patrones subyacentes es fundamental para la aplicación de estrategias de gestión adecuadas (Kautz *et al.,* 2011).

Las fluctuaciones poblacionales de insectos en la naturaleza, se ve influenciada por diversos factores bióticos y abióticos que influyen de manera directa e indirecta en la disponibilidad de

recursos a través del tiempo. El objetivo del presente trabajo fue analizar la variabilidad de las poblaciones de descortezadores a través del año. El conocer estas fluctuaciones, permitirá realizar estimaciones del cambio de densidad según la época del año, las cuales son importantes para generar un plan adecuado en el manejo forestal (Navarro y Liendo, 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio: El estudio se realizó en el ejido Talayotes ubicado en el Municipio de Bocoyna, Chihuahua, se localiza geográficamente en los 27º 51' de latitud Norte y 107º 35'de longitud Oeste y altitud de 2348 metros sobre el nivel del mar (Figura 1). El clima corresponde a Subhúmedo-frio. La temperatura máxima anual es de 31.1º C y una mínima de -17.8º C, tiene una precipitación media anual de 683.3 milímetros, con un promedio anual de 85 días de lluvia y fuertes nevadas durante el invierno. El sitio presenta un bosque mixto de pino con diversas especies como *Pinus arizonica, P. engelmannii, P. ayachuite, P. durangensis, Arbutus xalapensis, Juniperus deppeana* y *Quercus spp.*

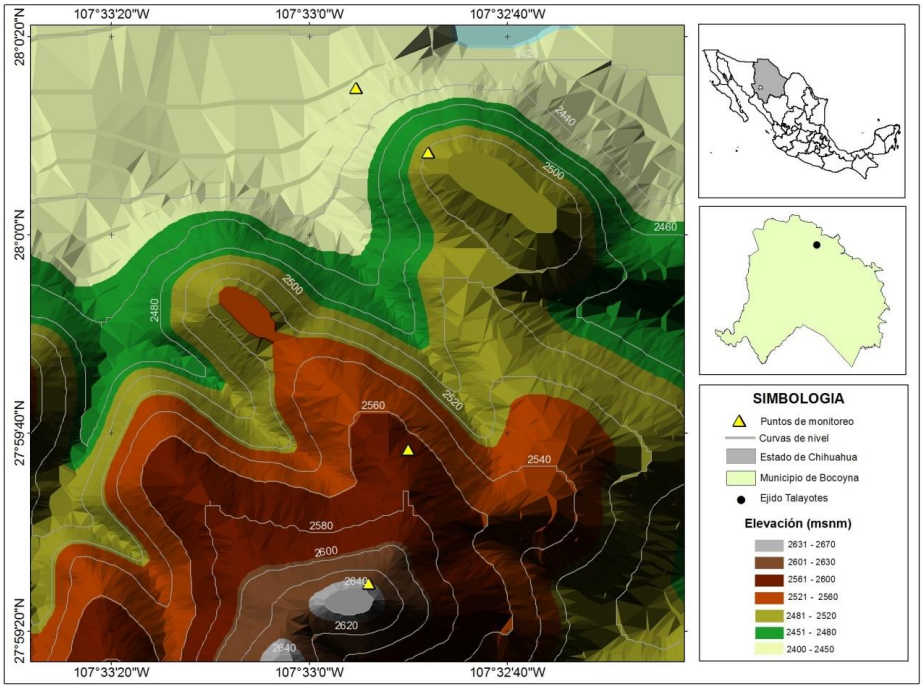


Figura 1. Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo a cuatro diferentes gradientes de elevación en el Ejido Talayotes, municipio de Bocoyna, Chihuahua.

Monitoreo: Se establecieron trampas Lindgren de 8 embudos y vaso colector (BioQuip®) cebadas con feromonas. Se utilizaron tres diferentes semioquímicos: Frontalina, endo-brevicomina (feromonas) y alfa/beta-pineno (kairomona) de Synergy Semiochemicals Corp®.

Las trampas fueron colocadas por gradientes altitudinales (2443 a 2648 msnm) a una distancia aproximada de 100 m entre gradientes y 20 m como mínimo de distancia entre trampas (atrayente y control). Las colectas de insectos se realizaron cada 15 días, de marzo a diciembre de 2015, metodología establecida por (Macias-Samano *et al*., 2004). Cada colecta se etiquetó con la clave del sitio, número de trampa, elevación, tratamiento y fecha. Se procedió con la limpia, separación, conservación de los insectos en alcohol al 70% e identificación del género *Dendroctonus* en base a las claves de Cibrián-Továr *et al*. (1995). La variabilidad de las poblaciones de insectos a diferente gradiente altitudinal se analizó de manera gráfica y se corrió la prueba de análisis de varianza de Kruskall y Wallis para establecer si había diferencia estadística significativa entre el número de insectos capturado a diferente gradiente altitudinal empleando el Software estadístico InfoStat versión 2008 (Di Rienzo *et al*., 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período de monitoreo de marzo-diciembre se colectaron un total de 10,067 adultos de scolítydos (*Dendroctonus frontalis*, *Dendroctonus mexicanus* y *Dendroctonus brevicomis*), distribuidos en los cuatro diferentes gradientes altitudinales (Tabla 1).

Tabla 1. Número de *Dendroctonus* por especie y gradiente altitudinal para el periodo Marzo-Diciembre de 2015.

Gradiente	*Dendroctonus frontalis*	*Dendroctonus mexicanus*	*Dendroctonus brevicomis*	Total
2443 m	255	672	1395	2322
2515 m	489	1049	1320	2858
2583 m	553	1751	1054	3358
2648 m	263	784	482	1529
Total	1560	4256	4251	**10067**

Se observó variabilidad en las poblaciones de descortezadores entre especies y gradiente altitudinal a lo largo del año (Figura 2). Del mes de marzo al mes julio se observa una mayor variabilidad entre el número de insectos. *D. frontalis* presenta el menor número de insectos para los cuatro diferentes gradientes de elevación. *D. mexicanus*, por el contrario, muestra un incremento en el número de insectos con forme se asciende en altitud, hasta el gradiente de la trampa número tres (2583 msnm). *D. brevicomis* presenta el mayor incremento de insectos al inicio de año, representando los meses de Abril y Mayo el período con mayor número de insectos (Figura 2).

Durante el período de agosto-septiembre se registra el menor número de insectos en los cuatro gradientes de elevación, incrementando nuevamente en el mes de octubre y disminuyendo a partir del mes de noviembre, condición similar para todos los gradientes (Figura 2). Sin embargo, a pesar de las diferencias observadas gráficamente, se determinó estadísticamente que no existe diferencia significativa ($p>0.05$) entre la población de insectos por especie a diferente gradiente de elevación.

Las poblaciones *D. mexicanus* presentan mayor número (1751insectos) en el gradiente altitudinal de 2500-2583 msnm, esto se atribuye a que esta especie se desarrolla en un intervalo altitudinal entre los 2000-2500 msnm, preferentemente (Salinas *et al.,* 2010). En el caso de *D. frontalis* la mayor cantidad se presentó en el gradiente 2515 con un número de 489, lo cual no concuerda con los gradientes de elevación preferentes para esta especie (1500-2000 msnm) reportados por Salinas *et al.* (2010).

Para el caso *D. brevicomis* el mayor número se observó en el gradiente de 2443 msnm con 1395 insectos, aunque en los gradientes de 2515 y 2583 también registraron datos de 1320 y 1054, respectivamente. Lo anterior concuerda con lo indicado por Salinas *et al.* (2010), quien señala un rango de distribución altitudinal preferente de 2000-2500.

La disminución de las poblaciones de descortezadores durante los meses de agosto y septiembre se pueden atribuir a las altas precipitaciones que contribuye a que las feromonas no tengan el mismo efecto atrayente (Cuéllar et al., 2012). Por otra parte, la disminución de descortezadores a partir del mes de noviembre para las tres especies puede ser atribuida a las bajas temperatura registradas en la zona que desciende hasta los -16 ^{o}C.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos y discutidos en este trabajo son datos preliminares y se recomienda un monitoreo de *Dendroctonus spp.* por un periodo mayor; así mismo, un análisis que involucre variables ambientales como temperaturas y precipitación que juegan un papel importante en las fluctuaciones de las poblaciones de descortezadores.

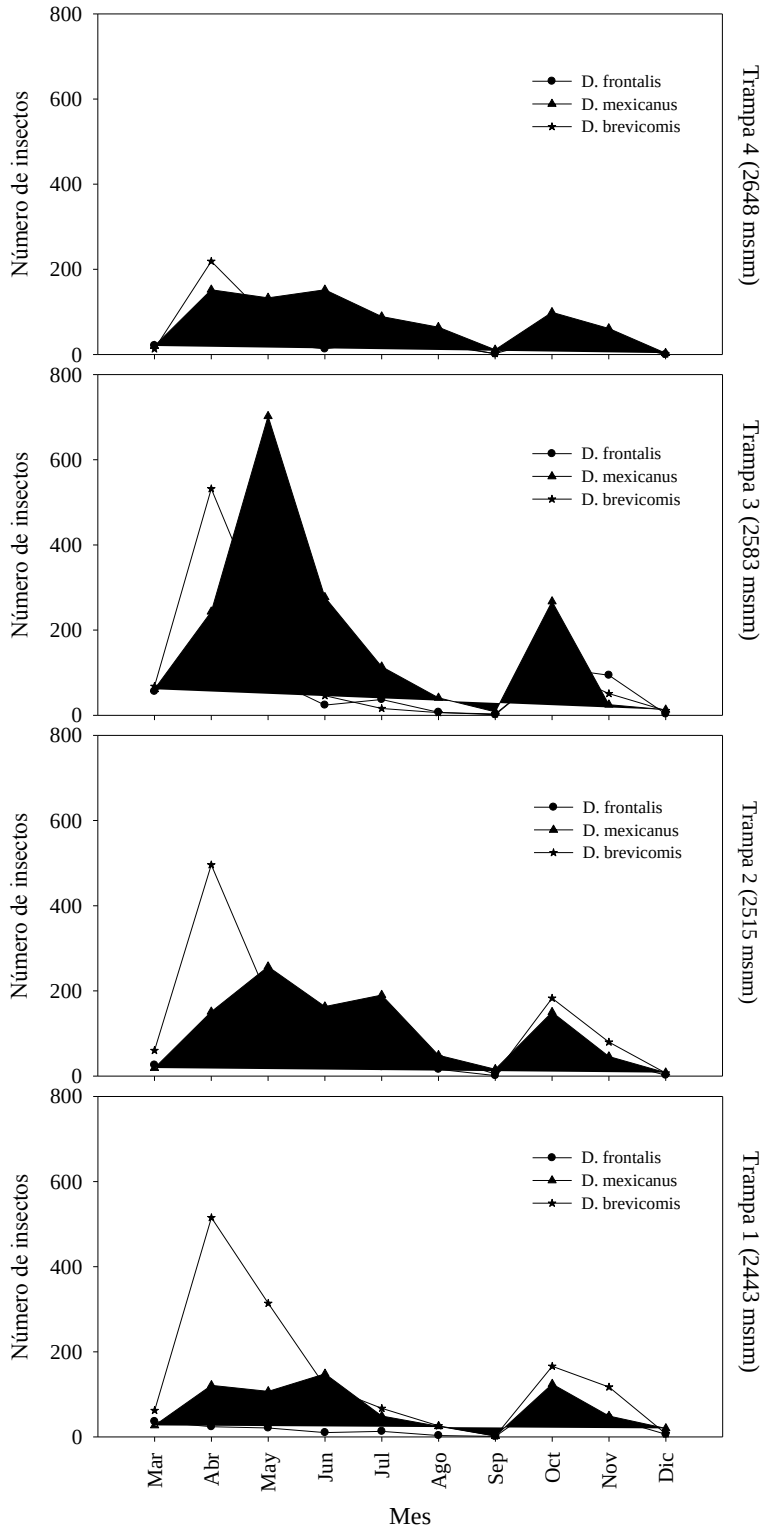


Figura 2. Fluctuación del número de *D. frontalis*, *D. mexicanus* y *D.brevicomis* a diferente gradiente altitudinal durante el período de marzo-diciembre de 2015.

BIBLIOGRAFÍA

Billings R.F., Clarke S.R, Espino M.V, Cordón C.P, Meléndez F.B, Campos R.J y Baeza G. 2004. Gorgojo descortezador e incendios: una combinación devastadora para los pinares de América Central. Unasylva 217(55): 15-21.

Benet K.R. 2014. La atención a la contingencia fitosanitaria de Chihuahua 2012 – 2014. Alianza México para la reducción de emisiones por deforestación y degradación.

Cibrián-Tovar, D., Méndez-Montiel, J., Campos-Bolaños, R., Yates III, O. y J. Flores Lara. 1995. Insectos forestales de México / Forest insects of Mexico. Universidad Autónoma Chapingo. Cd. de México, México. 45 p.

Cuéllar-Rodríguez. G., Equihua- Martínez, A., Estrada-Venegas, E., Méndez-Montiel, T., Villa Castro J. y J. Romero-Nápoles. 2012. Fluctuación poblacional de *Dendoctonus mexicanus* Hopkins (Coleoptera: Curculiondae: Scolytinae) atraídos a trampas en el noreste de México y su correlación con variables climáticas. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 13(2): 12−19.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. 2008. *InfoStat, versión 2008,* Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

FAO. 2010. Food, Agriculture, and the Environment. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute. Zylistra, K.E., Dodds, K.J., Francese, J.A., & Mastro, V. Sirex noctilio in North America: the effect of stem-injection timing on the attractiveness and suitability of trap trees. Agricultural and Forest Entomology, 12, 243-250.

Griffin, M.J. & G.M. Turner. 2012. Changes to the N cycle following bark beetle outbreaks in two contrasting conifer forest types. Oecologia, 170, 551- 565.

Kautz M., Kai D, Axel G. and Reinhard S. 2011. Quantifying spatio-temporal dispersion of bark beetle infestations in epidemic and non-epidemic conditions. Forest Ecology and Management 262: 598–608.

Macías-Sámano, J. E., Domínguez, A. N., López, J. C. y R. A. Mérida. 2004. Monitoreo de descortezadores y sus depredadores mediante el uso de semioquímicos: Manual operativo. Ecosur-Conafor-Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas-USDA Forest Service. Tapachula, Chiapas, México.

Mehr, M., Brandl, R., Kneib, T., & Muller, J. 2012. The effect of bark beetle infestation and salvage logging on bat activity in a national park. Biodiversity and Conservation, 27, 2775-2786. doi: 10.1007/s10531-012-0334-y.

Navarro, Rafael y Rigel, Liendo. 2010. Fluctuación poblacional de Scolytidae (Insecta: Coleóptera) en cacao del estado Aragua, Venezuela. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Maracay, estado Aragua, Venezuela.

Salinas-Moreno, Y., A. Ager, C.F. Vargas, J.L. Hayes & G. Zúñiga. 2010. Determining the vulnerability of Mexican pine forests to bark beetles of the genus Dendroctonus Erichson (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Forest Ecology and Management, 260(1), 52-61.

Salinas, Y., Vargas, C. F., Zúñiga, R. J. Ager V. A. y J. L. Hayes. 2010. Atlas de Distribución Geográfica de los Descortezadores del Género *Dendroctonus* (Curculionidae: Scolytinae) en México. IPNCONAFOR. 90 p.

Schiebe, C., A. Hammerbacher, G. Birgersson, J. Witzell, E.P. Brodelius, J. Gershenzon, F. Schlyter. 2012. Inducibility of chemical defenses in Norway spruce bark is correlated with unsuccessful mass attacks by the spruce bark beetle. Oecologia, 170, 183-198.

Zúñiga G., Mendoza C.G, Cisneros R, Salinas-Moreno Y. 1999. Zonas de sobreposición en las áreas de Distribución Geográfica de las especies mexicanas de *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Scolytidae) y sus implicaciones Ecológico-evolutivas. Acta Zool. Mex. 77: 1-22.

EFICACIA DE CINCO INSECTICIDAS Y UN REPELENTE CONTRA EL PICUDO DEL CHILE A*nthonomus eugenii* CANO (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN EL CENTRO SUR DE CHIHUAHUA

Francisco Báez Iracheta, Gamaliel Orozco Hernández y Paulina Nava Ruiz

Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Delicias Km. 2 Carretera Delicias Rosales Delicias, Chih. C.P. 33000.
baez.francisco@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile es una de las especies hortícolas más consumidas en el mundo el cual presenta un crecimiento acelerado de su demanda y una gran diversidad de variantes mismas que le han conferido una gran diversidad de usos alimenticios, industriales medicinales y ornamentales.

México es el segundo productor mundial de chile, con una superficie sembrada de 149 mil ha y un volumen de producción de 2.59 millones de toneladas (Siap Sagarpa, 2007). El estado de Chihuahua ocupa el segundo lugar entre los estados productores de chile del país con una superficie sembrada de 27,526 ha y un producción de 564 mil toneladas (Siap Sagarpa, 2007).

El picudo del chile, Anthonomus eugenii Cano, es la plaga primaria de las diferentes variedades de chile que se cultivan en México y sur de Estados Unidos de América (Bujanos 1993; Arcos *et al*. 1998). El daño causado por el adulto de este insecto es al alimentarse directamente de las flores y frutos, y como larva se alimenta directamente de la parte interna del fruto y causa una madurez prematura y caída de éste (Rodríguez 1991, Riley y Sparks 1995). Un ataque no controlado de este insecto dependiendo de su nivel de incidencia, puede reducir el rendimiento en un 50 a 90% (Pacheco 1985, Bernot 1992, Bujanos 1993, Gutiérrez 1999), lo que equivale a una pérdida de 6 a 20 ton/ha de chile fresco, que representa un volumen de 48 a 160 mil toneladas en el centro sur de Chihuahua (SAGARPA 2010).

El uso intensivo de insecticidas químicos convencionales es la práctica más común para controlar esta plaga en México y la aplicación es dirigida solo a los adultos (García-Nevárez *et al.,* 2010). El manejo inadecuado de este insecto con plaguicidas eleva los costos de producción por no aplicarlos a tiempo e incrementa el número de aplicaciones, hasta 15 por ciclo (Pacheco 1985, Díaz 1994). Además, el uso continuo de una sola clase de insecticidas puede generar resistencia a dichos agroquímicos e incrementar la contaminación ambiental (CATIE 1993). Algunos insecticidas convencionales han sido estudiados para evaluar susceptibilidad y niveles de resistencia (Velasco 1969; Rolston 1977; Quiñones y Flores 1991; López 1996; Servin *et al*., 2002, 2008). También cierta tendencia ha sido aplicar plaguicidas que tienen un efecto de control sobre el insecto plaga de interés y sin efecto perjudicial a

enemigos naturales como el Bacillus thuringiensis (Bt), o bien llamados insecticidas biorracionales (Rossell *et al*., 2008) y se han estudiado contra el picudo del chile (Rolston 1977; Seal and Schuster 1995; Valenzuela y Enríquez-López 1996; Palma y Serrano 1997; Cortez Mondaca 2004, 2009).

La alta incidencia de picudo del chile, además de incrementar los costos de cultivo y afectar la salud del hombre, provoca contaminación ambiental, origina resistencia a los insecticidas por los insectos plaga y elimina a los insectos benéficos. El impacto de esta plaga se ha agudizado debido a la falta de un control integrado eficaz de ámbito regional y al mal uso de plaguicidas, por lo anterior el objetivo de esta investigación es Evaluar la eficacia de 5 insecticidas y un repelente en el control del picudo del chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en septiembre de 2015 en terrenos del Sr. Gustavo Villota, ubicado en Saucillo Chih., en una superficie de 2 ha, sembradas con chile F_2 del híbrido grande. En el Cuadro 1 se muestran los insecticidas y dosis de aplicación, además de un testigo sin aplicar. La aspersión fue hecha con una aspersora de mochila motorizada Stihl MR (Virginia Beach, VA, EEUU) con capacidad de 15 litros, boquilla cónica orientada hacia abajo y caudal de aire de 1,260 m^3 por hora que equivale la aplicación de 327 litros por hectárea.

Para la distribución de los tratamientos se utilizó un diseño completamente al azar, quedando como se muestra en el Cuadro 2; las aspersiones fueron hechas sobre las parcelas de ocho surcos de 42 metros de longitud y 0.9 metro de distancia entre cada surco es decir 302.4 m^2.

Cuadro 1. Tratamientos y Dosis Evaluados para el Control de Picudo del Chile (Anthonomus eugenii Cano).

Producto	**Dosis**
Malatión Ultra bajo volumen	1.0 L / ha
Malathión 1000	1.5 L / ha
Karate	0.6 L / ha
Calypso	0.5 L / ha
Muralla	0.3 L / ha
Repelente	1.5 L / ha
Testigo	

Cuadro 2. Tratamientos Evaluados para el Control de Picudo del Chile (*Anthonomus eugenii C*ano).

KARATE	**MURALLA**	**CALYPSO**	**TESTIGO**	**MALATHIÓN ULTRA**	**MAL 1000**	**REPELENTE**
REPELENTE	**KARATE**	**MALATHIÓN ULTRA**	**MURALLA**	**TESTIGO**	**MAL 1000**	**CALYPSO**
MAL 1000	**KARATE**	**TESTIGO**	**CALYPSO**	**MURALLA**	**MALATHIÓN ULTRA**	**REPELENTE**
TESTIGO	**CALYPSO**	**REPELENTE**	**KARATE**	**MAL 1000**	**MURALLA**	**MALATHIÓN ULTRA**

En el bioensayo se evaluaron siete tratamientos repitiendo cada tratamiento cuatro veces. La variable observada fue el conteo del número de adultos en 400 yemas terminales durante las siete y diez de la mañana, debido a que el insecto permanece más tiempo en estas estructuras. La toma de datos fue en los cuatro surcos del centro de cada parcela. Se utilizó un diseño completamente al azar con medidas repetidas y analizados con el procedimiento PROCMIXED en el programa estadístico SAS. El conteo de cada tratamiento fue comparado entre tiempo, antes (día 0) y días después de la aplicación (1, 2, 3, 4 y 5 días) y las diferencias entre tratamientos fueron comparadas en cada día respectivamente.

Las variables observadas fueron el número de adultos en 400 yemas terminales, los conteos fueron tomados de las mismas plantas de los surco del centro de cada parcela durante 5 días después de cada aplicación de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de iniciar con la aplicación de los tratamientos se realizó un muestreo, el cual consistió en revisar 400 terminales en cada tratamiento para detectar la presencia del picudo y determinar el umbral.

Cuadro 3. Población de picudo antes de la aplicación de los tratamientos.

13	**5**	**15**	**18**	**9**	**11**	**10**
3	**7**	**8**	**13**	**4**	**12**	**9**
10	**6**	**15**	**14**	**5**	**7**	**11**
6	**9**	**8**	**9**	**7**	**4**	**5**

En el cuadro 3 se muestra el número de adultos de picudo observados en 400 terminales por tratamiento antes de la aplicación; en todos los casos sobrepasa el umbral de acción que es de 1 picudo por cada 400 terminales.

Cuadro 4. Promedio de adultos de picudo antes de la primer aplicación (D 0) y cinco días después de la aplicación.

	D 0	D 1		D 2	D 3	D 4		D 5
TEST	13.750	6.500	AB	11.500	13.750	17.000	A	10.500
CALY	11.750	1.750	BC	2.500	7.500	8.250	B	9.250
KARA	8.750	2.750	ABC	11.000	11.750	14.000	AB	14.000
REPE	8.000	6.750	A	9.000	10.000	13.750	AB	10.250
MALU	7.250	0.500	C	0.500	4.250	5.750	B	9.000
MALM	7.000	1.000	C	3.000	7.750	7.250	B	8.50
MURA	6.750	0.500	C	3.500	7.750	9.250	AB	14.500
	NS	AS		NS	NS	AS		NS

Como se puede observar en el cuadro anterior antes de la aplicación (D 0) las parcelas con más altos promedio fueron el testigo Calypso y Karate con 13.75, 11.75 y 8.75 respectivamente; mientras que los de más bajo promedio fueron Malation 1000 y Muralla con 7.0 y 6.75 respectivamente, no se encontraron diferencias significativas en todos los tratamientos.

Un día después de la aplicación (D1), se observa que el repelente, Testigo y Karate fueron los tratamientos con más picudos en yemas terminales con 6.75, 6.5 y 2.75, estos tratamientos tuvieron los promedios de picudos más altos y no fueron diferentes entre sí pero si lo fueron al resto de los tratamientos. Los tratamientos que tuvieron mejor resultado en el control de picudo son Muralla y Malation Ultra con 0.5, Malation 1000 con 1.0, fueron significativamente diferentes.

Los días 2,3 y 5 no presentaron diferencias significativas, únicamente el día cuatro si se presentaron diferencias significativas; los tratamientos con los valores más altos fueron Testigo 17.0, Karate 14.0 y Repelente 13.7. Los que presentaron mejor control fueron Malation Ultra con 4.75, Malation 1000 con 7.25 y Calypso con 8.25 y fueron diferentes significativamente al resto de los tratamientos.

En la Figura 1 se muestra la eficacia de los cinco insecticidas y el repelente en dos aplicaciones para el control del picudo del chile. Se observa que los cinco insecticidas bajan la población de picudo al día siguiente de su aplicación, presentando los mejores resultados en la

primera aplicación el Muralla, Malation Ultra y Malation 1000, el insecticida que presento los niveles más bajos de picudo durante los 5 días posteriores a la aplicación fue el Malation Ultra. En la segunda aplicación los tratamientos con mejor control fueron Karate, Malation 1000 y Muralla, los que presentaron mejor control en los 5 días posteriores a la aplicación son Muralla y Karate.

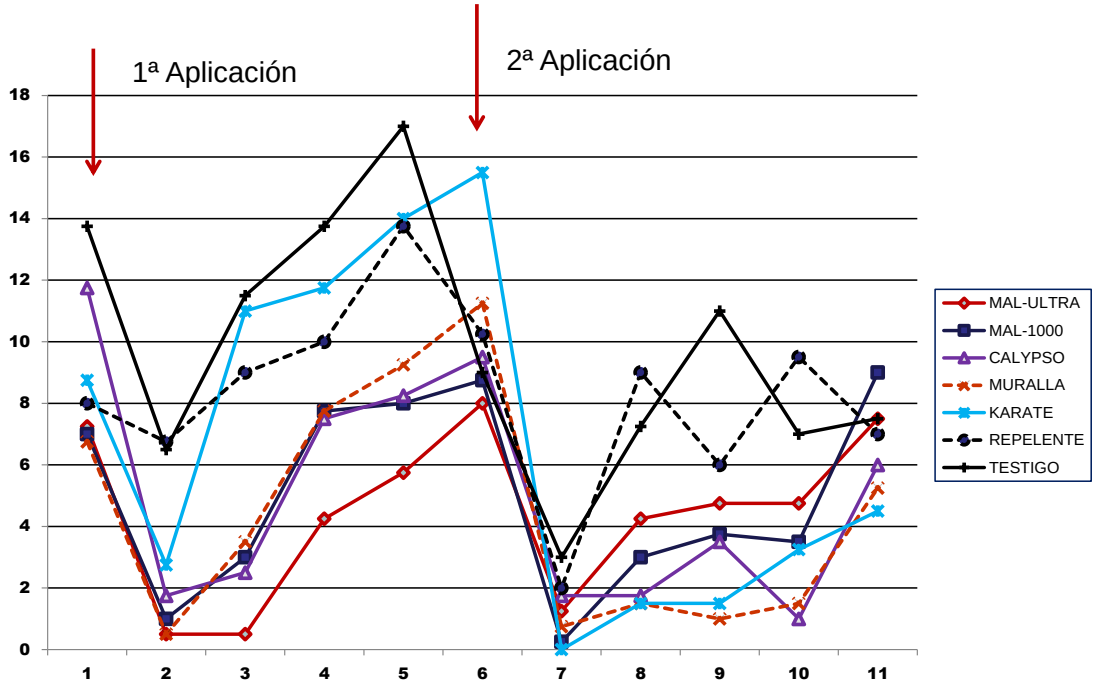


Figura 1. Eficacia de cinco insecticidas y un repelente en el control del picudo del chile. INIFAP-Delicias 2015.

CONCLUSIONES

1. Los insecticidas evaluados controlan las poblaciones de picudo del chile en un nivel bajo en los primeros dos días después de la aplicación.
2. Es necesario continuar con estos bioensayos en diferentes secuencias o rotaciones de estos plaguicidas en la zona y encontrar aquella que tenga un mayor impacto sobre las poblaciones del picudo del chile para evitar la resistencia a insecticidas y conservar los insectos benéficos. Además hay que realizar bioensayos para determinar el umbral económico específico para la zona.
3. Es necesario seguir evaluando más insecticidas como los biorracionales para respetar la fauna benéfica.
4. Es conveniente iniciar los trabajos cuando se detecten los primeros picudos para romper su ciclo.

BIBLIOGRAFIA

Arcos, G., J. Hernández, D. E. Uriza, O. Pozo, y A. Olivera. 1998. Tecnología para producir chile jalapeño en la planicie costera del golfo de México. INIFAPPRODUCE. Secretaría de Agricultura, México. Folleto Técnico 24.

Bernot, S. P. M. 1992. Aspectos del comportamiento y biología del barrenillo del chile Anthonomus eugenii Cano (Coleoptera: Curculionidae) aplicados al control químico de la plaga. Tesis, ITESM. Monterrey, N.L. México.

Bujanos, R. 1993. Barrenillo del chile. Manejo integrado. Folleto para productores No. 1. Campo Experimental Norte de Guanajuato. SARH, INIFAP, México.

CATIE. 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del chile. Programa de mejoramiento de cultivos tropicales. Serie técnica. Informe técnico/CATIE 201. Turrialba, Costa Rica.

399

Cortez-Mondaca, E., y E. Cabanillas-Durán. 2004. Insecticidas biorracionales para el control del "Picudo del chile" Anthonomus eugenii (Coleoptera: Curculionidae). En M. A. Morales, G. M. P. Ibarra, G. A., D. P. Rivera, y C. S. Stanford [eds.], Entomología Mexicana Vol. 3. Colegio de Postgraduados y Sociedad Mexicana de Entomología, A.C.

Cortez-Mondaca, E. 2009. Insecticidas biorracionales para el control de picudo del chile. Memoria del Simposio nacional de manejo integrado de picudo del chile. INIFAP – JLSV, México.

Díaz, O., B. E. 1994. Determinación del periodo crítico de protección química contra el picudo del chile en el Valle de San Quintín, B. C. Informe de investigación. Campo Experimental de la Costa de Ensenada-INIFAP. México.

García-Nevárez, G., F. J. Quiñones-Pando, M. Luján-Favela, y N. Chávez-Sánchez. 2010. Manejo integrado de picudo del chile. Folleto técnico número 36. INIFAP-Delicias, Chihuahua, México.

Gutiérrez, C. 1999. Evaluación de la asociación maíz-chile para el manejo de Anthonomus eugenii Cano en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 54: 73-77.

López, T. M. 1996. Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones de campo de adultos del barrenillo del chile Anthonomus eugenii Cano (Coleoptera: Curculionidae) procedentes de San Luis Potosí, México. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México.

Pacheco, M. F. 1985. Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. INIA- Campo Agrícola Experimental Valle del Yaqui. Libro Técnico 1.

Palma, R. M., y L. Serrano. 1997. Efecto de extractos botánicos sobre el picudo del chile (Anthonomus eugenii Cano) resultados preliminares en El Salvador. Agronomía Mesoamericana 8: 99-107.

Quiñones, P. F. J., y A. Flores M. Toxicidad de insecticidas en poblaciones de picudo del chile Anthonomus eugenii Cano (Coleoptera: Curculionidae) en el estado de Chihuahua. En Memorias del XXVI Congreso Nacional de Entomología, Veracruz, Ver., México.

Riley, D. G., and A. N. Sparks. 1995. The pepper weevil and its management. Publication L5069. Texas AgriLife Extension, Texas A&M University, College Station.

Rodríguez, A. M. L. 1991. Predicción de poblaciones de picudo del chile Anthonomus eugenii Cano (Coleoptera: Curculionidae) en función de sus requerimientos térmicos y su relación fenológica cultivo plaga. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Agrícolas-UACH, México.

Rolston, L. H. 1977. Insecticide test in laboratory and field against the pepper weevil, Anthonomus eugenii Cano. J. Ga. Entomol. Soc. 12: 114-117.

Rossel. G., C. Quero, J. Coll, and A. Guerrero. 2008. Biorational insecticides in pest management. J. Pestic. Sci. 33: 103-121.

SAGARPA. 2010. Servicio de información estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP). http://www.siap.sagarpa.gob.mx/.

SAS Institute. 2008. Statistical Analysis Systems for Windows. Cary, NC.

Seal, D. R., and D. J. Schuster. 1995. Control of pepper weevil, Anthonomus eugenii in West-Central and South Florida. Proceedings of the Florida State Horticulture Society 108: 220-225.

Servin, R., R, Aguilar, J. L. Martinez, E. Troyo, and A. Ortega. 2002. Monitoring of resistance to three insecticides on pepper weevil (Antonomus eugenii) in populations from Baja California Sur, México Interciencia 27: 691.

Servin, R., J. García H., A. Tejas R., J. L. Martínez, E., and M. A. Toapanta. 2008. Susceptibility of pepper weevil (Antonomus eugenii Cano) (Coleoptera: Curculionidae) to seven insecticides in rural areas of Baja California Sur, Mexico. Acta Zoológica Mexicana 24: 45-54.

Valenzuela-Cornejo, P., J. U. Enríquez-López. 1996. Evaluación de insecticidas para el control del "Picudo del chile" Anthonomus eugenii, Cano. En Memorias. VI Latinoamericano y XXXI Nacional Congreso de Entomología. Mérida, Yucatán, México.

Velasco, P. H. 1969. Evaluación de pérdidas, preferencia de ovoposición del picudo o barrenillo del chile (Anthonomus eugenii Cano), efectividad de varios insecticidas y reacción de diferentes variedades a su ataque. Agricultura técnica en México 2: 499-507.

Sistema de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2007. Avances de siembra y cosecha. www.siap.gob.mx

EVALUACIÓN DE BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL EN CULTIVO DE MAÍZ BAJO CONDICIONES DE CASA SOMBRA EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Daniela Ivonne Escalante Martínez[1], Fannie Isela Parra cota[1], Sergio De los Santos Villalobos[2], Claudia Brizeida Coronel Acosta[2], Carlos Fernando Amézquita Avilés[2].

Campo Experimental Norman E. Borlaug[1], INIFAP. Escalante.daniela@inifap.gob.mx; Laboratorio de Biotecnología del Recurso Microbiano, Instituto Tecnológico de Sonora[2].

INTRODUCCIÓN

El maíz es el principal cultivo en México, tanto por su nivel de producción como por su importancia en la alimentación humana, animal y materia prima para la industria. En Sonora, la superficie sembrada con maíz para grano fue de 20,965 hectáreas en promedio de los años 2010 a 2014, correspondiendo el total a los Distritos de Desarrollo Rural del sur del estado (Cajeme, Navojoa y Guaymas). El rendimiento promedio fue de 6.4 ton/ha (SIAP, 2016).

Para su óptima producción se ha hecho un uso importante de fertilizantes químicos, es por ello que se ha tenido que buscar la sustentabilidad del cultivos a través de alternativas de origen biológico que sean más económicos, mejoren la rentabilidad de los cultivos y eviten el deterioro del ambiente (Mendoza y Cruz, 2012).

González y Reséndiz (2012), mencionan que el uso de los biofertilizantes basados en microorganismos puede ser de gran alternativa para la disminución del uso de fertilizantes químicos, estos se aplican al suelo, semilla o superficies de plantas; colonizando la raíz de la planta, o el interior de ésta y estimulan el crecimiento vegetal al aumentar la disponibilidad de nutrientes, minerales y agua.

El cultivo de maíz tiene potencial para mantener o aumentar el rendimiento reduciendo los impactos negativos al medio ambiente con el uso de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV), su aplicación puede ser adaptable a los sistemas tradicionales de cultivos de variedades locales y mejorar la producción de los productores o en su caso brindar beneficios como reducir la aplicación de fertilizantes (Flores, 2015).

En la actualidad se han realizado estudios sobre inoculantes microbianos elaborados a partir de microorganismos, tanto bacterias como hongos, que habitan en suelos agrícolas, teniendo como beneficio la estimulación del crecimiento vegetal, obtención de nitrógeno y biocontrol de patógenos. Pero hasta el momento no existen reportes de productos elaborados a base de microorganismos nativos del Valle del Yaqui.

El presente trabajo se realizó con el fin de evaluar el efecto de la inoculación de cepas bacterianas relacionadas con la promoción del crecimiento vegetal aisladas de suelos agrícolas del Valle del Yaqui, Sonora en plantas de maíz (*Zea mays* L.), bajo condiciones de casa sombra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y descripción del lugar del ensayo

El ensayo se realizó en verano de 2016 en la casa sombra perteneciente del Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB)-CIRNO-INIFAP, localizado en el block 910 del Valle del yaqui, Sonora. Está ubicado en las coordenadas 27° 22´latitud Norte y 109° 55´ longitud Oeste a una altura de 40 msnm.

Selección de cepas y material vegetativo

Se utilizaron 6 cepas bacterianas, 11B20, 13B41, 52B4, 22A67, 53A2 y 22B45, las cuales forman parte de la colección de microorganismos nativos del Valle del Yaqui aisladas dentro del programa de Maíz del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-CIRNO-CENEB) y que se encuentran resguardadas en la Colección de microorganismos edáficos y endófitos nativos (COLMENA) del Instituto Tecnológico de Sonora. La selección de las cepas mencionadas se hizo en base a su capacidad de producción de sideróforos, producción de índoles y solubilización de fosfato. Como material vegetativo se utilizaron semillas de maíz del hibrido H-431, que se destaca por su resistencia a enfermedades, altas temperaturas, adaptación a diferentes fechas y áreas ecológicas de siembra entre otros factores. (Ortega *et al.,* 1993).

Preparación del inoculo

Las bacterias se sembraron en 800 ml de caldo nutritivo y fueron crecidas aeróbicamente en un agitador rotatorio a 145 rpm a 28°C por 72 horas. Los cultivos bacterianos fueron centrifugados a 5000 rpm a 10°C por 7 minutos para obtener el paquete bacteriano. Después fueron lavados y suspendidos 2 veces en agua destilada estéril. El inoculo se ajustó por espectrofotometría a una longitud de onda de 650 nanómetros a una densidad óptica de 2.0 (Parra *et al.*, 2014).

Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar con 7 tratamientos incluido el testigo (plantas no inoculadas), consistiendo cada unidad experimental de 5 plantas, se realizaron 2 repeticiones por tratamiento. Para la siembra en macetas se utilizó una mezcla formada por dos partes de suelo agrícola del Valle del Yaqui, de textura arcillosa, una parte de turba y una parte de perlita. La siembra se realizó en húmedo y las semillas fueron inoculadas con 0.5 ml de cada cepa bacteriana al momento de la siembra.

Variables a evaluar

A las 6 semanas después de la siembra se evaluaron las variables: Altura, diámetro del tallo, peso fresco aéreo y peso fresco de raíz. También se registraron el número de hojas, esto como un posible indicador de un efecto en el desarrollo fenológico de la planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al concluir el ensayo en casa sombra se evaluaron las variables antes mencionadas, los resultados obtenidos en cada tratamiento se muestran en el cuadro 1, donde se puede observar que existieron diferencias significativas entre las cepas y el control no inoculado.

La cepa 53A2 fue la que presentó mayor peso fresco de la parte aérea de la planta con 9.5 g seguido por 11B20 con 7.5 superando al testigo quien obtuvo 5.5 g. En el caso del peso fresco radicular a pesar de que la cepa 53A2 presentó mayor peso con 10.25 g seguido por la cepa 22A67 con 9.75 g, ninguna de las cepas evaluadas fue estadísticamente diferente al control. Loredo *et al*., (2004) mencionan que los principales efectos de las bacterias promotoras del crecimiento sobre las gramíneas se han asociado con efectos en la emergencia, en el desarrollo de la raíz y efectos en el rendimiento.

En lo que respecta a la altura, no se presentaron diferencias significativas con ningún tratamiento. En cuanto al efecto en el tamaño del diámetro del tallo nuevamente solo hubo un efecto significativo con la inoculación de la cepa 53A2 que tuvo un promedio de 6.75 mm mientras que el testigo obtuvo 4.5 mm.

Barea y Azcón (1982) mencionan que el bajo o nulo efecto de las cepas en el crecimiento del cultivo puede deberse a que las cepas no encontraron el medio adecuado en la rizósfera, ya que, en general, para que los microorganismos puedan asociarse íntimamente con las raíces,

tienen que escapar de los mecanismos de defensa de la planta y encontrar condiciones nutritivas y ambientales adecuadas para su crecimiento.

Cuadro 1. Efecto de la aplicación de los inóculos sobre, altura, diámetro del tallo, peso fresco parte aérea y raíz a los 50 días después de la siembra.

Cepas	Peso fresco aéreo (g)	Peso fresco raíz (g)	Altura (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Número de hojas
53A2	9.5 a	10.25 a	26.0 a	6.75 a	6.75 a
11B20	7.5 b	8.5 a	24.0 a	5.25 abc	5.25 b
13B41	7.25 bc	5.75 b	22.75 a	6.0 ab	5.75 ab
52B4	6.0 bcd	9.5 a	26.0 a	4.5 bc	5.5 ab
22A67	6.0 bcd	9.75 a	23.5 a	4.5 bc	5.75 ab
22B45	4.5 d	3.0 c	23.75 a	4.0 c	6.0 ab
TESTIGO	5.5 cd	9.0 a	23.0 a	4.5 bc	5.25 ab
C.V : %	30.9	36.88	13.5	27.8	18.1

CONCLUSIÓN

La cepa 53A2 fue la única cepa que tuvo un efecto de promoción de crecimiento sobre las plantas de maíz, al incrementar el peso aéreo y el diámetro del tallo de las plantas inoculadas respecto al testigo no inoculado. Sin embargo, es necesario realizar más ensayos con dicha cepa y otras, evaluando más variables y en condiciones de campo, para confirmar su efecto de promoción de crecimiento y potencial para incrementar el rendimiento del cultivo y/o disminuir el uso de fertilizantes químicos.

BIBLIOGRAFÍA

Barea, J. M., & Azcón-Aguilar, C. (1982). Rizósfera: interacciones microbio-planta. In Anales de edafología y agro biología.

Borbor D. V. (2014). Producción de maíz a partir de semillas inoculadas con Rhizobium sp. En Barcelona, cantón Santa Elena.

Campos, C. M. R., & Luna, B. E. G. (2015). Estudio de bacterias promotoras de crecimiento de plantas aisladas de zonas naturales protegidas del estado de Guanajuato (visión de conservación). Jóvenes en la Ciencia, 1(2), 365-368.

Crespo, A. L., Borbor, G., & Borbor, V. (2016). Efecto de la inoculación de bacterias nativas en dos híbridos de maíz (zea mays l.), provincia de Santa Elena. Revista Científica y Tecnológica UPSE, 3(2), 50-60.

De-Bashan, L. E., Holguin, G., Glick, B. R., & Bashan. (2007). Bacterias promotoras de crecimiento en plantas para propósitos agrícolas y ambientales. Microbiología agrícola. Hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico, planta-microorganismo. México: Editorial Trillas, 170-224.

Flores P. L. E. (2016). Identificación de bacterias endófitas aisladas de Teocintle y Maíz con potencial para promover el crecimiento vegetal.

González P. J .M., y Reséndiz A. V. H. (2002). Uso de Trichoderma como Agente Promotor del Crecimiento Vegetal. En G. Aguado Santacruz. Libro Introducción al manejo de los biofertilizantes en la agricultura. INIFAP. Celaya Guanajuato. 195.

Ibañez, F., Arroyo, M. E., & Fabra, A. (2013). Actividad promotora del crecimiento vegetal de bacterias de nódulos de maní: potencial aplicación al sistema de rotación de cultivos Maní-Maíz. Jornada Nacional de Maní. 28. 2013 09 19. General Cabrera, Córdoba.

Loredo O. C., López R. L., & Espinosa V. D. (2004). Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: Una revisión. Terra Latinoamericana, 22(2), 225-239.

Mendoza H. A. y Cruz H. Ma. A. (2002). Empleo de Azospirillum como Biofertilizante. En G. Aguado Santacruz. Libro Introducción al manejo de los biofertilizantes en la agricultura. INIFAP. Celaya Guanajuato. 171.

Ortega C. A., Cota. A. O., Antonio, S. G. A., & Manuel, V. V. J. 1993. CIANO H-431, nuevo hibrido de maíz para el Noroeste de México. Folleto Técnico. Campo Experimental Valle del Yaqui, México. No. 19.

Parra C. F. I., Peña C. J. J., de los Santos V. S., Martínez G. N. A., & Délano F. J. P. (2014). Burkholderia ambifaria and B. caribensis promote growth and increase yield in grain amaranth (Amaranthus cruentus and A. hypochondriacus) by improving plant nitrogen uptake. PloS one, 9(2), e88094.

Polanco J. A., Y T. Flores M. (2008). Bases para una política de I&D e innovación de la cadena de valor de maíz. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A. C. México D.F. 244.

TOXICIDAD DEL ACEITE DE CLAVO Y UN PRODUCTO COMERCIAL DE ESENCIAS VEGETALES SOBRE EL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO (*Melanaphis sacchari* Zehntner)

José Manuel Vázquez-Navarro[1*], José Luis Rodríguez-González[2] y Bertha Alicia Cisneros-Flores[3]

[1] Profesor T.C.. [2] Estudiante. Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Gómez Palacio – Tlahualilo, Dgo km 32. Ej. Venecia, Dgo. , México.
[3] Profesor Inv. T.C. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna. Periférico y Carr. A Sta. Fé, Torreón, Coah., México.
Autor por correspondencia [*]mavazna@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El pulgón amarillo del sorgo *Melanaphis sacchari* es un áfido cosmopolita originario del continente africano que se ha convertido en una plaga invasiva atacando sorgo en el continente Americano. Inicialmente, se registraron campos de sorgo afectados severamente por este insecto en Texas y Oklahoma en los Estados Unidos en el 2013, así como en algunos sitios del Norte de Tamaulipas en México (Zapata *et al*., 2010; Maya-Hernández y Rodríguez-del Bosque, 2014; Villanueva *et al*., 2014). Para 2014, produjo pérdidas severas en el ya señalado estado de Tamaulipas y se registró en algunos municipios de Nuevo León (SENASICA, 2014); mientras que en 2015 se consignaron daños severos en diez estados del país, incluyendo la Comarca Lagunera (SENASICA, 2015; SAGARPA, 2015). En los ciclos agrícolas del 2015, las infestaciones del pulgón amarillo en los campos de sorgo de la Comarca fueron muy fuertes, causando pérdidas severas estimadas en más de cien millones de pesos (El Siglo de Durango, 2015). Estas infestaciones hicieron desistir en 2016 a una buena cantidad de productores de establecer sorgo forrajero, por lo que la superficie sembrada se ha reducido considerablemente. Para el control químico de este áfido se utilizan insecticidas sistémicos de los que se sospecha que sus efectos colaterales se expresan en muerte de abejas (Lu *et al*., 2014), situación que agrava la crisis de desaparición súbita de colmenas que se ha presentado en nuestra región (Milenio Laguna, 2016) y en otras partes del país y del planeta. Los aceites esenciales y los extractos vegetales son mezclas complejas de metabolitos secundarios que cubren un amplio espectro de efectos farmacológicos mostrando diversas propiedades biológicas (García *et al*., 2010). Chaieb *et al*. (2007) señalan que el aceite esencial obtenido de los botones florales secos del clavo contiene fenilpropanoides como eugenol, carvacol, timol, y cinamaldehido, mezcla cuya actividad biológica contra diversos parásitos ha sido estudiada. Ante esta situación, la búsqueda de opciones químicas más ligadas a lo natural constituye un tema a considerar en el manejo de plagas. Por lo anterior, se planteó determinar la toxicidad del aceite

esencial de clavo y un producto comercial a base de esencias vegetales contra el pulgón amarillo del sorgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el verano de 2016, a fin de contar con plantas infestadas y material biológico para este experimento, se ubicaron infestaciones de *M. sachari* en plantas de sorgo voluntario y zacate Johnson en los campos experimentales de las instalaciones de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango; a la par se ubicó una siembra de sorgo forrajero con un productor cooperante del Ejido Glorieta, Dgo., colindante con las instalaciones de la Facultad. Este predio contaba con plantas al inicio del espigamiento con infestaciones fuertes y recientes del áfido. Sobre los productos a probar, se consiguió en un comercio local aceite de clavo y, en una tienda especializada en agroquímicos, se encontró el producto comercial “Flit Delta” recomendado para el matar y repeler plagas domésticas que contiene como activos eugenol (0.25%), aceite de zacate limón (1.5%) y menta (1%).

BIOENSAYOS EN LABORATORIO

A fin de determinar la relación dosis-respuesta del “aceite de clavo” y “delta” se realizaron bioensayos tópicos y residuales. En todos los casos se ensayaron hembras partenogénicas ápteras grávidas, para ello se colectaban de hojas infestadas que se traían de campo, asegurando que las colonias no tuviesen áfidos parasitados en demasía. Las colonias se revisaban bajo microscopio estereoscopio y los áfidos seleccionados se tomaban con cuidado usando una aguja de disección y se colocaban en cajas de Petri.

Para el bioensayo tópico se utilizó un microaplicador manual con jeringa desechable de 100 µl. Cada golpe del microaplicador liberaba 0.54 µl. Previamente a la aplicación, se preparaba una caja de Petri a la que se le colocaba papel absorbente húmedo y sobre este un cuadro de hoja de sorgo, que se había lavado con agua con solución de hipoclorito de sodio al 10% y luego enjuagado con agua destilada. Sobre esta porción de hoja se colocaban 10 áfidos y se realizaba la microaplicación depositando la gota sobre el dorso del insecto. Se usaron diluciones en acetona al 10, 1.0, 0.1, 0.07, 0.03, 0.001, 0.0007, 0.0003 y 0.0001 % de ambos productos; incluyendo también la aplicación de acetona como testigo. Luego, las cajas se rotulaban y se sellaban con cinta masking tape y se colocaban en una bioclimática para ser revisadas a las 24 h.

Se utilizó también un bioensayo residual en el que se prepararon soluciones de ambos productos al 10, 1.0, 0.1%. La dilución de aceite de clavo se hizo en acetona, mientras que el

delta se diluyó en agua. Se prepararon cajas de Petri con papel filtro, a cada caja se aplicó 1 ml de la solución y se dejaron abiertas por 10 minutos cuando se trató del aceite de clavo y 20 minutos con el Delta. Después de ello se transfirieron 10 pulgones por caja y se sellaron con cinta masking tape y se colocaron en la bioclimática para ser revisadas a las 24 h. Se realizaron tres repeticiones. Tanto en el bioensayo tópico como en el residual se analizarían los resultados por análisis PROBIT a fin de determinar la relación Dosis o Concentración-Respuesta.

A fin de establecer el efecto de la aspersión de las soluciones se ideó una prueba de efectividad en laboratorio. Para ello se usaron cajas Petri chicas (60x15), a éstas se les colocó en el fondo papel húmedo y sobre éste un trozo de hoja de sorgo con una población de colonia de campo. Sobre éstas se asperjaron soluciones de ambos productos en agua al 10, 1 y 0.1 %, se tomó imagen digital previa y se selló la caja con cinta y se colocó en la bioclimática. Se revisó bajo microscopio a las 24 h y se tomó la imagen posterior.

PRUEBAS DE ASPERSION EN CAMPO

En el predio de sorgo forrajero del productor cooperante se establecieron 3 tipos de aspersión en un diseño completamente al azar con tres repeticiones. A fin de lograr una mejor aspersión se determinó usar las recomendaciones encontradas en la literatura, donde se menciona la adición de aceites vegetales y alcoholes, así como lo empleado por Fayemiwo *et al*. (2014) que adicionaron tres gotas acetona por ml de aceite de clavo como emulsificante para hacer una solución en agua para tratar mosquitos; por ello, se usaron dos mezclas de solvente para el aceite de clavo y el delta se diluyó en agua. Los tratamientos fueron aceite de clavo diluido en agua con detergente (0.03 g por cada 10 ml de solución) y tres gotas de acetona. Se prepararon soluciones de aceite en este solvente al 10, 1, y 0.1%. El segundo tratamiento consistió en aceite de clavo, diluido en una mezcla de 4 partes de aceite vegetal (maíz), tres de alcohol etílico al 90% y dos de agua. De la misma forma, se prepararon soluciones del producto “Delta” en agua al 10, 1, y 0.1%. Las soluciones se colocaron en aspersores manuales de 50 ml, incluyendo en cada uno de los tres casos el solvente o solución solvente como testigo. Se ubicaron plantas con infestaciones libres de pulgones parasitados y baja cantidad de ninfas alatoides, que tuviesen una superficie clara de población de pulgones para la aplicación de un diámetro mayor a los 6 cm, que era la superficie que rociaba el aplicador. Una vez ubicadas las hojas infestadas, se hacía la aplicación dando dos golpes de aplicador (aprox. 0.5 ml de solución) y marcando la parte alta de la hoja con cinta masking tape y marcador indeleble; en ese momento se tomó una fotografía digital para dejar evidencia de la población previa al efecto de la aplicación. Se revisó la sobrevivencia de áfidos a las 24 h y se tomó la fotografía digital

posterior. Mediante análisis visual en computadora de la comparación de previo y posterior a la aplicación en la computadora se determinó el porcentaje estimado de reducción poblacional, dichos datos fueron analizados mediante un análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

BIOENSAYOS EN LABORATORIO

Desafortunadamente, el bioensayo tópico planteó severas dificultades, pues la gota emitida por el microaplicador era casi del tamaño del áfido, por lo que los resultados no fueron consistentes. Por otra parte, la acetona provocó altas mortalidades en el testigo y en ninguno de los casos se obtuvo mortalidad menor al 10% en éste, por lo que no se pudieron realzar los análisis respectivos. Sin embargo, se pudo denotar que las concentraciones altas de ambos productos producían un efecto tóxico por contacto por encima del 0.1%. Esto ha sido señalado por Opender *et al*. (2008), quienes consignan que de maneja general los aceites esenciales como insecticidas requieren grandes dosis de ingrediente activo y es consistente con lo encontrado por Bao-Liang *et al.* (2015) usando aceites contra el psílido del peral *Cacopsylla chinensis* y Lucca *et al*. (2015) que estudiaron el efecto de extractos de hinojo, anís y clavo sobre el áfido de la col *Brevicoryne brassicae* L.

Con respecto a la prueba residual, que determina la posibilidad de la acción por vapor del producto al dejar que se evapore el solvente, no se encontró mortalidad alta ni al 10 %, como se puede observar en el Cuadro 1.

Con respecto a la prueba de aspersión en cajas Petri pequeñas, si bien el efecto ya denotado de alta mortalidad en las altas concentraciones fue más evidente, los efectos subletales fueron difíciles de determinar, ya que la condensación de humedad “atrapaba” a las ninfas o a áfidos grandes y era difícil determinar la muerte del insecto se debía al producto o si el áfido se había ahogado en las gotas. Por otra parte, eran muchos los adultos y ninfas que al desplazarse intentaban salir de la caja Petri y quedaron adheridas a la cinta adhesiva; se registraron incluso casos de hembras que dieron a luz ninfas en la cinta. Por otra parte, la posibilidad de interferencia de la acetona sobre los resultados y el hecho de que no se diluyese el aceite en el agua, afectó fuertemente los resultados.

Cuadro 1. Resultados del bioensayo residual de Pulgón Amarillo del Sorgo en cajas Petri con papel filtro con 1 ml de solución a 24 h.

Solución	Mortalidad %
Ac Clavo 10 %	10
Ac Clavo 7 %	20
Ac Clavo 5 %	6.7
Ac Clavo 3 %	6.7
Ac Clavo 1 %	6.7
Acetona	0
Delta 10 %	16.7
Delta 7 %	0
Delta 5 %	0
Delta 3 %	0
Delta 1 %	3.3
Agua	0

Pruebas de aspersión en campo.

El Cuadro 2 presenta los promedios de reducción poblacional observados. Los resultados muestran que hubo diferencias significativas en las dos formulaciones de aceite de clavo. Sin embargo no hay concordancia en los hechos debido a que no hay incremento en la mortalidad con el incremento en la concentración del aceite. Por otra parte, la incidencia de los enemigos naturales, que eran muy abundantes, sobre todo adultos de la catarinita roja *Hippodamia convergens*, afectó los resultados (Figura 1 d). En cambio en el Delta, a pesar de que los incrementos de mortalidad son congruentes con el incremento en la concentración, no hubo diferencias estadísticamente significativas. Cabe señalar que, como se puede observar gráficamente en la Figura 1b y estadísticamente en el Cuadro 1, no hubo diferencias en la formulación de Aceite de clavo al 10% con aceite, alcohol y agua y el testigo; en ambos casos la mortalidad fue total de la población de áfidos. Sin embargo, en la misma Figura 1 se puede observar el halo donde el tejido del sorgo mostraba fitotoxicidad por la aplicación. Ese mismo efecto se denota en la Figura 1c, con la dosis alta del producto Delta en la que también la mortalidad es alta, pero se observan daños al tejido.

Cuadro 2. Porcentajes de reducción poblacional estimados de pulgón amarillo del sorgo en hojas de sorgo asperjadas en campo a 24 h de la aplicación de los tratamientos.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE REDUCCION ESTIMADO
Ac. Clavo a 10%	100.0 a
Ac. Clavo a 1.0 %	65.7 bc
Ac. Clavo a 0.1 %	61.0c
Solv. Aceite vegetal de maíz, alcohol, agua (4:3:2)	92.7 ab
Ac. Clavo b 10%	98.3 a
Ac. Clavo b 1.0 %	81.3 a
Ac. Clavo b 0.1 %	9.3 b
Solv. Agua con detergente y acetona	78.0 a
Delta 10%	93.3*
Delta 1%	66.7
Delta 0.1%	44.3
Agua	45.0

Las letras iguales indican que los tratamientos son iguales estadísticamente (DMS 0.05).
*No existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

Ese efecto letal sobre el pulgón, claro que sin la fitotoxicidad sobre la planta, es el que requeriría un insecticida alternativo que quisiera competir con los insecticidas sistémicos que se usan para esta plaga del sorgo. Claramente, los resultados del bioensayo residual en el que no se encontró alta mortalidad por efecto de vapor y lo observado al poner en contacto el producto, nos indican que el efecto es de contacto. Al respecto, Bográn *et al.* (S/A) señalan que los aceites, independientemente de su origen, tienen un mismo modo de acción insecticida, matan a los insectos por contacto al interrumpir el intercambio gaseoso o trastornar la estructura o función de la membrana celular. De igual forma, señalan que el efecto es más físico que químico y que es de vida corta. Por otra parte, los datos altos de mortalidad en los testigos y la ausencia de un incremento de la mortalidad al incrementar la dosis de las sustancias vegetales nos indican error en el manejo experimental.

El origen del aceite de clavo, la exclusión de los enemigos naturales en la prueba de campo y la verificación de la inocuidad de los solventes, serían condiciones a considerar en el seguimiento a la estimación de la toxicidad de estos productos vegetales.

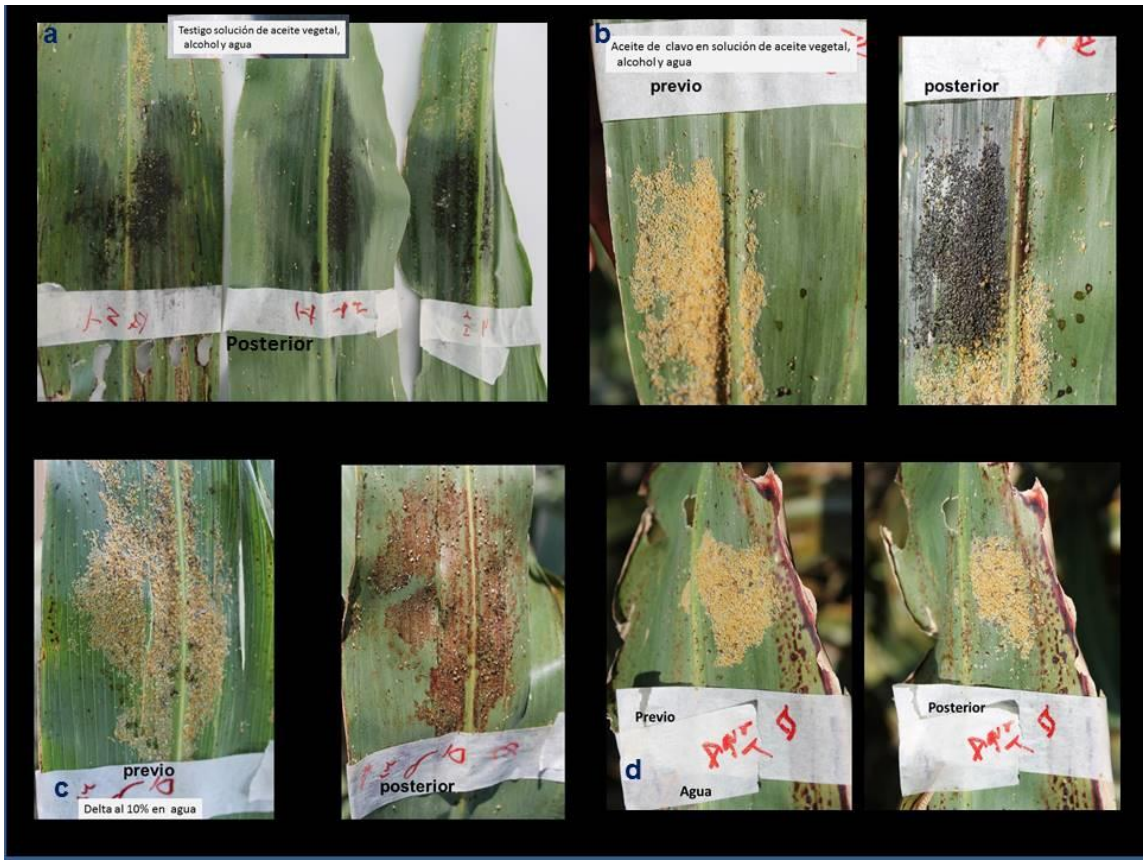


Figura 1. Aspectos gráficos del ensayo en campo. a) Imagen posterior al tratamiento del testigo de solución de aceite vegetal, alcohol y agua que muestra el efecto sobre el pulgón y sobre la hoja. b) c) y d) Aspectos previos y posteriores a la aplicación de dos tratamientos y un testigo.

CONCLUSIONES

El bioensayo residual determinó que no hay efecto toxico de vapor en el aceite de clavo y el producto Delta sobre el pulgón amarillo del sorgo.

Desafortunadamente, las evaluaciones de aspersión en campo, a pesar de ser letales por contacto sobre los áfidos en las dosis del 10% de ambos productos, causaron fitotoxicidad y se vieron afectadas por factores diferentes al ingrediente activo, como los solventes utilizados. Mientras que en las dosis con efectos subletales hubo además efecto adicional por los enemigos naturales presentes.

BIBLIOGRAFÍA

Bao-Liang Tian, Qi-Zhi Liu, Zhi-Long Liu, Peng Li, and Jie-Wen Wang. 2015. Insecticidal Potential of Clove Essential Oil and Its Constituents on *Cacopsylla chinensis* (Hemiptera: Psyllidae) in Laboratory and Field. J. Econ. Entomol. 108(3): 957–961

Bográn, C., Ludwig, S. and B. Metz. S/A. Using oils as pesticides. Texas A&M Agri Life Extension E 419 11/06. http://upshur.agrilife.org/files/2011/03/Using-Oils-as-Pesticides.pdf

Chaieb, K., H. Hajlaoui, T. Zmantar, A. B. Kahla-Nakbi, M. Rouabhia, K. Mahdouani, and A. Bakhrouf. 2007. The chemical composition and biological activity of clove essential oil, Eugenia caryophyllata (Syzigium aromaticum L. Myrtaceae): a short review. Phytother. Res. 21: 501–506.

El Siglo de Durango. 2015. Daños por 115 millones de pesos en las siembras de sorgo. Edición del 9 de Agosto de 2015. Sección Regional. p. 8 http://www.elsiglodedurango.com.mx/noticia/607976.danos-por-115-mdp-en-las-siembras-de-sorgo.html; fecha de consulta 15-III-2016

Fayemiwo K.A., Adeleke M.A., Okoro O.P., Awojide S.H., Awoniyi I.O. 2014. Larvicidal efficacies and chemical composition of essential oils of Pinus sylvestris and Syzygium aromaticum against mosquitoes. Asian Pac J Trop Biomed.4(1): 30-4

García L., C., Martínez R., A., Ortega S., J. L. y F. Castro B. 2010. Componentes químicos y su relación con las actividades biológicas de algunos extractos vegetales. Química Viva, Universidad de Buenos Aires Buenos Aires, Argentina. Vol. 9, núm. 2, pp. 86-96

Lu, Ch. Warchol, K. and R. Callahan. 2014 .Sub-lethal exposure to neonicotinoids impaired honey bees winterization before proceeding to colony collapse disorder. Bulletin of Insectology 67 (1) 125-130

Lucca, P.S.R.; Nóbrega, L.H.P.; Alves, L.F.A.; Cruz-Silva C.T.A.; Pacheco, F.P. 2015. The insecticidal potential of *Foeniculum vulgare* Mill., *Pimpinella anisum* L. and *Caryophillus aromaticus* L. to control aphid on kale plants. Rev. Bras. Pl. Med., Campinas, v.17, n.4, p.585-591.

Milenio Laguna.2016. Apicultores en crisis por la desaparición masiva de abejas. Edición del 26 de mayo de 2016. http://www.milenio.com/estados/Apicultores_crisis-desaparicion_abejas-misterio_caso_abejas_0_726527382.html. Fecha de consulta 15-VII-2016

Maya-Hernández., A. y L. Rodríguez-del Bosque. 2014. Pulgón Amarillo *Melanaphis sacchari*, nueva plaga del sorgo en Tamaulipas. http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/tamaulipas/Documents/Pulgon%20amarillo.pdf; fecha de consulta 15-III-2016.

Opender K., Suresh W. and G. S. Dhaliwal. 2008. Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. Biopestic. Int. 4(1): 63–84

SAGARPA.2015. Se Reforzará Campaña de Combate del Pulgón Amarillo del Sorgo en Morelos.http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/morelos/boletines/Paginas/2015B135B.aspx; fecha de consulta 15-III-2016.

SENASICA. 2014. Pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica, no 43, 15 p.

SENASICA. 2015. Pulgón amarillo del sorgo. Informe mensual 6 de junio. http://senasica.gob.mx/?doc=29171; fecha de consulta 15-III-2016.

Villanueva, R.T., Brewer, M., Way, M.O., Biles, S., Sekula, D., Bynum, E., Swart, J., Crumley, C., Knutson, A., Porter, P., Parker, R., Odvody, G., Allen, C., and D. Ragsdale. 2014. Sugarcane aphid: A new pest of sorghum. Texas A&M Agrilife Extension, Ento-035. http://denton.agrilife.org/files/2013/08/ENTO-035-The-Sugarcane-Aphid-2014.pdf; fecha de consulta 15-III-2016.

Zapata, S. D., Villanueva, R., Sekula, D., Esparza-Diaz, G., Duke, K. and Md Mutaleb. 2016. *The economic impact of the sugarcane aphid on sorghum production*. Southern Agricultural Economics Association's 2016 Annual Meeting, San Antonio, Texas, February, 6-9. 21 p.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN PARA EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA "MADERAS DEL CARMEN" EMPLEANDO IMÁGENES SATELITALES LANDSAT

Aldo Rafael Martínez Sifuentes[1*], José Villanueva Díaz[2]

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia,
[2]INIFAP CENID-RASPA, *im_aldo09@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Las prácticas inadecuadas de los recursos naturales relacionadas con las actividades humanas en los diversos ecosistemas que se encuentran en México, han ocasionado severos problemas en el medio ambiente. Todo este problema se ve reflejado en la degradación de suelos, desertificación, erosión, reducción de cobertura vegetal, pérdida de vida silvestre, así mismo el aumento desmesurado de la frontera agrícola, ganadera y urbana, pone en serios aprietos la biodiversidad (Koning *et al*., 1998).

El cambio de uso de suelo en México se ha presentado de manera alarmante en un periodo de tiempo muy corto, el bosque desapareció a una tasa de 0.79% equivalente a 2,672 km^2 por año; las selvas 1.58% y matorrales 0.48%. La actividad ganadera es el factor principal de deterioro, el cual se sostiene en una cobertura de pastizales en 57,000 km^2, pero muestra una tasa de deterioro anual de 4.07% (SEMARNAT, 2003). Los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas que nos permiten manejar información de gran utilidad para la generación de diversas tomas de decisiones en relación a los recursos naturales. El uso de SIG's nos brindan una plataforma para generar, almacenar, analizar y visualizar datos espacialmente distribuidos (Martínez y Moreno, 2003). La zona de estudio se categorizó como área natural protegida el 7 de noviembre de 1994, nombrándola Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, decretado así en el Diario Oficial de la Federación. El uso forestal en las partes altas, se restringe al uso de especies maderables, solo para uso doméstico de los propios pobladores, actualmente existen problemas en las partes bajas, medias, lomeríos, pie de monte y planos desérticos, donde es necesario un ordenamiento para el aprovechamiento forestal no maderable (CONAMP, 2008).

El objetivo del presente estudio es determinar la dinámica del cambio de vegetación del área natural protegida Maderas del Carmen en el estado de Coahuila, identificando las zonas con vegetación y aplicando un modelo de deforestación desarrollado por el instituto de Geografía de la UNAM.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de protección se ubica dentro del Desierto Chihuahuense, en el extremo noroeste del estado de Coahuila. Colinda con el río Bravo al norte y noroeste; al sur con la carretera Melchor Múzquiz-La Cuesta. El área protegida Maderas del Carmen está situada dentro de tres municipios del Estado de Coahuila: Múzquiz, Ocampo y Acuña (Figura 1). Geográficamente se encuentra entre las coordenadas extremas 28°42'18'' y 29°22'15'' Latitud Norte; 102°20'56'' y 102°56'6'' Longitud Oeste (Arriaga *et al.,* 2000).

En la clasificación de Koppen. Modificada por García, 1978, para el área natural protegida Maderas del Carmen se consideran tres tipos climáticos: tipo muy seco, subtipo muy seco semicálido, tipo seco, subtipo seco cálido y tipo semiseco, subtipo semiseco templado. Están determinados por el gradiente de altitud, considerando desde las partes más bajas de las sierras, donde predominan amplios llanos desérticos, hasta las partes más altas que presenta una topología muy accidentada y mesetas intermitentes con bosques (CONAMP, 2008).

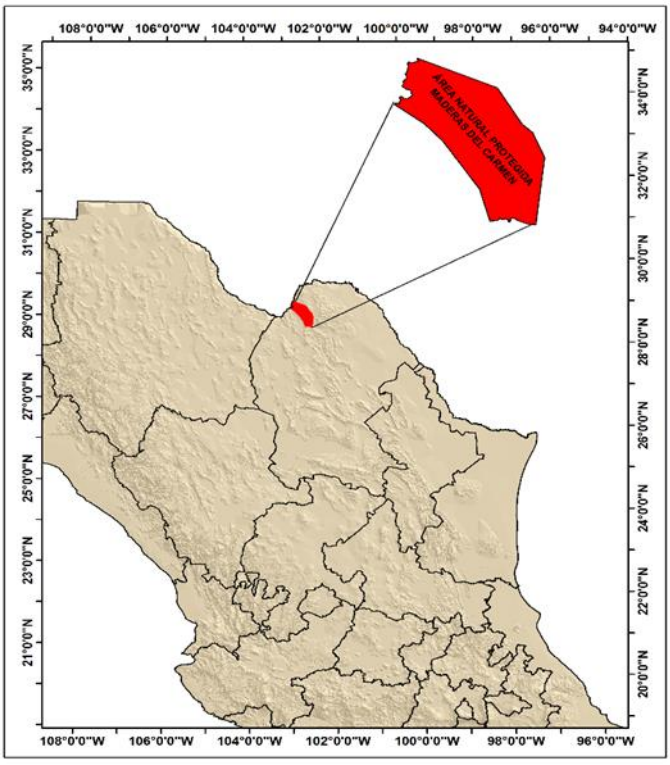


Figura 1. Ubicación geográfica del Área Natural Protegida Maderas del Carmen en el estado de Coahuila.

La vegetación presente, conforme la identifica INEGI (CONANP, 2004) es la siguiente:

Bosque de ayarín, con dominancia de Pinus arizonica y sus especies asociadas. Bosque de Pino. Se desarrolla por encima del matorral submontano, en la pendiente Este de la sierra del Carmen. Las especies dominantes son Quercus gravesii, Q. hypoleucoides, Q. laceyi, Q. arizonica, Q. sinuata, Q. mohriana, Juniperus flaccida, J. pachyphloea, Pinus cembroides, Arbutus jalapensis, Fraxinus cuspida. Bosque encino. Este tipo de vegetación puede sustituir al zacatal o extenderse a mayores altitudes, entre el zacatal bien desarrollado y el bosque de pino o alternar entre estos últimos. Bosque de pino, comunidad constituida por el género Pinus, crecen desde los 300 hasta los 4,200 msnm. Se ubica por encima del matorral submontano. Bosque de pino-encino. Comunidad de bosque que ocupa la mayor parte de la superficie forestal de las porciones superiores de los sistemas montañosos. Dependiendo del género que domine, Pinus o Quercus, se les llamará bosque de de pino-encino ó encino-pino. Chaparral. Lo caracteriza la presencia de especies como: Quercus fusiformis, Q. invaginata, Q. sinuata, Q. mohriana, Dyospiros texana, Bumelia lanuginosa, Sophora secundiflora, Bauhnia lunaroides, Rhus virens, Vauquelinia corymbosa y Leucaena glauca. Las asociaciones más comunes de éstas especies ocurren con Colubrina macrocarpa, C. greggii, Rhus triloba, Eysenhardtia texana, Ptelea trofoliata y Amyris madrensis. Matorral desértico micrófilo. Formado por especies de hojas pequeñas, se desarrolla en zonas áridas y semiáridas, puede estar asociado a especies con o sin espinas, pueden estar en su composición Opuntia, Yucca o gramíneas. Entre las especies más características están a la Gobernadora (Larrea tridentata) y diversas especies de matorral desértico rosetófilo.

Para analizar la dinámica en el cambio de la vegetación, se consideraron dos fechas; una de 1994, año en el cual se promulgó la zona como área natural protegida, y otra imagen con fecha de 2016, para poder cuantificar la dinámica de cambio en la vegetación desde que fue ésta considerada como un área natural protegida. Fueron dos imágenes Landsat, la imagen empleada para desarrollar la clasificación de 1994 fue Landsat 4 TM, de fecha de 26 de abril de 1994, de la órbita 30, y fila 40. Para el análisis de clasificación de la segunda fecha 2016, se utilizó una imagen Landsat 8 OLI TIRS con fecha del 21 de marzo de 2016, de la órbita 30 y fila 40.

Con base a la distribución vegetal de las capas temáticas uso de suelo y vegetación series II y V (Figura 2 y 3), se realizó una categorización para establecer la distribución de cada uno de los tipos de vegetación compartida en ambas capas; con el software ArcGIS en su versión 10.1, se creó el polígono en formato shape del área natural protegida en base a los vértices publicados en el Diario Oficial de la Federación para luego generar una imagen multiespectral con ambas escenas satelitales; el análisis de clasificación supervisada, también se generó con el mismo

software. Para dicho análisis, se obtuvieron áreas de interés con diversos polígonos de muestreo, se generaron como mínimo 25 polígonos para posteriormente generar la firma para cada conjunto de pixeles y así realizar la clasificación supervisada con la herramienta Maximum Likelihood Classification, algoritmo que genera una clasificación más fina, después de la clasificación se aplicó un filtro para normalizar los valores de clases por pixel.

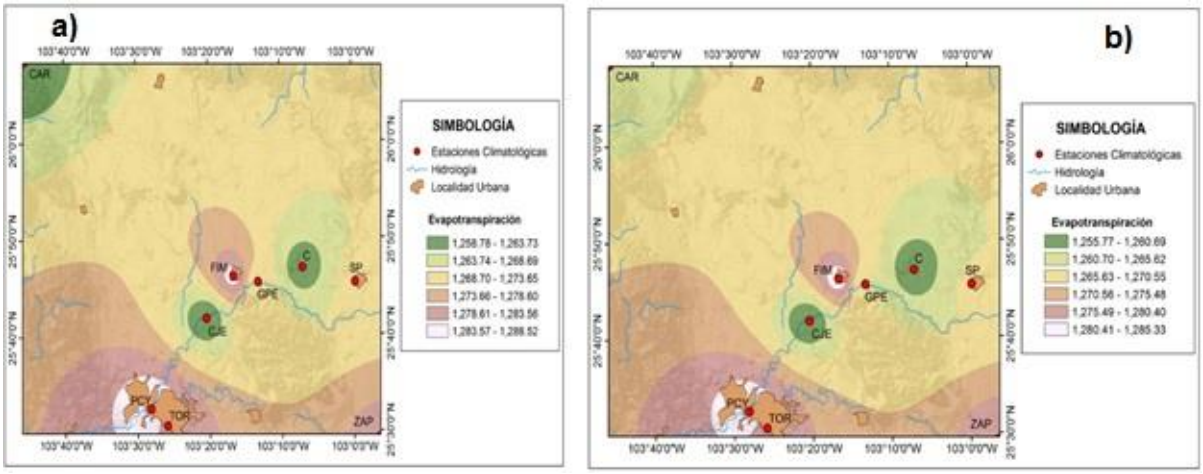


Figura 2. Capa temática de uso de suelo y vegetación serie II (1993) de INEGI, para la parte del área natural protegida Maderas del Carmen, Coahuila.

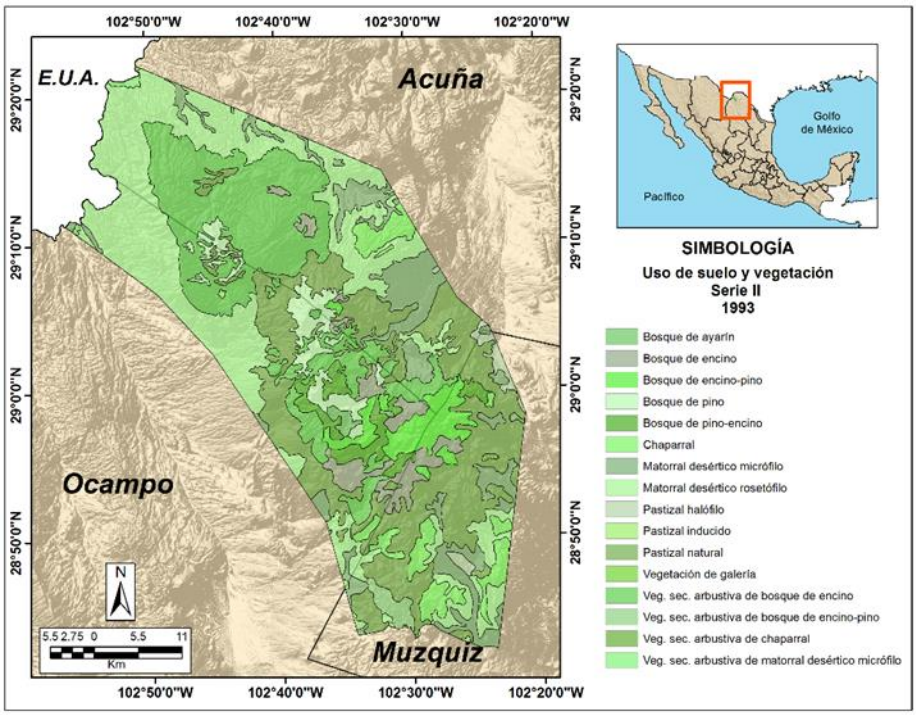


Figura 3. Capa temática de uso de suelo y vegetación serie V (2013) de INEGI, para la parte del área natural protegida Maderas del Carmen, Coahuila.

Se realizó una fotointerpretación de ambas escenas del estudio, para seleccionar zonas mediante puntos vectoriales de cada tipo de vegetación dentro del área protegida para constatar la ubicación y su firma espectral, para la validación de la clasificación supervisada, se desarrolló una matriz de confusión obteniendo resultados aceptables siguiendo el criterio del coeficiente de Kappa. Al ser validada la clasificación, se convirtió el archivo raster en vector, para cuantificar el área de superficie ocupada por cada clase de vegetación existente en las capas temáticas de uso de suelo y vegetación serie II y V.

Para determinar los cambios de uso de suelo, se compararon las clasificaciones de las dos imágenes satelitales con separación de 22 años. Para la tasa de cambio de vegetación, se utilizó la ecuación generada por FAO (1996) citado por Velázquez et al. (2002) y utilizada para cálculos de deforestación que expresa el cambio en porcentaje de superficie para cada año dentro del periodo de estudio.

$$\delta n \quad _ \left[\frac{S_2}{\quad}\right]^{1/n} \quad _ 1$$

En donde:

δ*n*= tasa de cambio (para expresar en porcentaje, hay que multiplicar por 100),

*S*1 = superficie en la fecha 1,

*S*2 = superficie en la fecha 2,

n = número de años entre las dos fechas.

RESULTADOS Y DISCUCIÓN

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos por la clasificación supervisada y evaluados por la matriz de confusión, los datos nos arrojan valores de superficie, así como de porcentajes en función a la cobertura total para cada serie para los años 1994 (año en que fue considerada área protegida) y 2016 (año actual), también encontramos el valor superficial en hectáreas del cambio ocurrido a lo largo de los años, así como de la tasa de cambio de deforestación cuando el signo es negativo siendo el caso, y la tasa de cambio de aumento de población cuando el signo es positivo en el valor.

Cuadro 1. Valores de superficie por cada tipo de vegetación de la serie II y V en el área protegida “Maderas del Carmen”.

Tipo de Vegetación	1994		2016		Cambio	Cambio	Tasa de cambio
	ha	%	ha	%	ha	por año	%
E	3015.03	3.31	1187.68	0.91	-1827.35	-83.06	-4.15
P	2073.58	2.27	1737.25	1.33	-336.33	-15.29	-0.80
BEP	5142.11	5.64	3787.23	2.90	-1354.88	-61.59	-1.38
BPE	766.02	0.84	348.00	0.27	-418.02	-19.00	-3.52
BA	805.19	0.88	737.69	0.56	-67.50	-3.07	-0.40
MDM	3632.17	3.98	10912.01	8.35	7279.84	330.90	5.13
MDR	25109.89	27.55	43229.46	33.09	18119.57	823.62	2.50
CH	554.42	0.61	1778.48	1.36	1224.06	55.64	5.44
PH	1495.72	1.64	1109.77	0.85	-385.95	-17.54	-1.35
PI	4.30	0.00	953.16	0.73	948.86	43.13	27.83
PN	35994.02	39.49	32638.61	24.98	-3355.41	-152.52	-0.44
VG	6.27	0.01	0.06	0.00	-6.21	-0.28	-19.05
VSABE	11848.6	13.00	30143.35	23.07	18294.75	831.58	4.34
VSABEP	310.35	0.34	1.22	0.00	-309.13	-14.05	-22.26
VSAMDM	391.39	0.43	2077.61	1.59	1686.22	76.65	7.88
Superficie Total	91149.06	100.00	130641.58	100.00			

E=Encino, P=Pino, BEP=Bosque encino-pino, BPE=Bosque pino-encino, BA= Bosque de ayarín, MDM= Matorral desértico micrófilo, MDR=Matorral desértico rosetófilo, CH= Chaparral, PH= Pastizal halófilo, PI= Pastizal inducido, PN= Pastizal natural, VG= Vegetación de galería, VSABE=Vegetación secundaria arbustiva bosque de encino, VSBBEP= Vegetación secundaria arbustiva bosque de encino-pino, VSAMDM=Vegetación secundaria arbustiva matorral desértico micrófilo.

En relación a los resultados, se determinó una sustancial degradación de áreas boscosas, principalmente en zonas con especies de coníferas como los pinos y los encinos, en donde a lo largo de veintidós años, la población ha disminuido debido a actividades antrópicas, tales como tala clandestina, aprovechamiento desmesurada y falta de acciones de sustentabilidad dentro del área. En función a la vegetación de la parte baja, los matorrales, presentan un aumento en superficie, no obstante, del aprovechamiento realizado por los pobladores dentro de la zona en cuestión de especies no maderables como la candelilla *Euphorbia antisyphilitica*, arbusto perenne empleado para la obtención de cera para diferentes fines. La forma de aprovechar esta especie, que dja bulbo de la raíz, propicia el renuevo de la planta, generando así, una repoblación y extensionismo de este tipo de vegetación.

CONCLUSIONES

Mediante estas técnicas de análisis con el uso de herramientas de sensores remotos, se genera información válida para representar espacialmente las condiciones de superficie de cualquier tipo de vegetación; en este caso, los valores generados por el análisis, representan el cambio ocurrido a través de 22 años desde que la zona de estudio fue considerada como área natural protegida; el cambio ocurrido es sustancial para unos tipos de vegetación como los bosques de pino y encino, en donde la degradación fue sumamente notable, por otro lado, el cambio ocurrido en tipos de vegetación tales como la vegetación secundaria y los matorrales, su tasa de cambio fue positiva, siendo un aumento en la población en la parte baja de la zona de estudio, una parte importante de este tipo de análisis es la validación del mismo, en este caso mediante una matriz de confusión o covarianza y el coeficiente Kappa se validó de manera satisfactoria el uso de la clasificación supervisada.

BIBLIOGRAFÍA

Arriaga, L. J., M Espinosa, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. [En línea] Consultado en línea 11 de julio 2016.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2004. Formulario de Propuesta de Reserva de la Biosfera, MAB. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (Documento Interno, inédito).

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONAMP). 2008. Programa de Conservación y Manejo. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1994. Carta de uso de suelo y vegetación serie II. Escala 1;250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2014. Carta de uso de suelo y vegetación serie V. Escala 1;250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

Koning H.J., A. Vekdkamo, P. H. Verbulrg and A. R. Beergsma. 1998. CLUE: A tool for spatially explicit and scale sensitive exploration of land use changes. In: Modelling Global Change Impacts on Tropical Landscapes and Biodiversity. Bogor, Indonesia. p 29-40.

Martínez J. G. y F. Moreno. 2003. Sistema de información geográfica de las cuencas de los ríos Nazas y Aguanaval como herramienta en la modelación de procesos hidrológicos. In: Memoria del Simposio Binacional de Modelaje y Sensores Remotos México – USA. Junio 3-4. Aguascalientes, Ags. p: 90-97.

Secretaría de medio Ambiente y Recursos naturales (SEMARNAT). 2003. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, 2002: Compendio de Estadísticas Nacionales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. D.F. 275 p.

Trucios R., A. S. Mojica, L. M. Valenzuela. N. y J. L. González. 2009. Cambio en el uso de suelo en la cuenca del río Sextín. Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Tecnociencia. Vol. 3, No. 3. p. 121-130.

Velázquez A., J. F. Mas y J. L. Palacio. 2002. Análisis del cambio de uso de suelo. Convenio INE-IGg (UNAM). Instituto de Geografía, UNAM. México. 80 p.

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIANTE LA FUNCIÓN DEL ÍNDICE DE CALOR MENSUAL Y EL MÉTODO DE HARGREAVES

Aldo Rafael Martínez Sifuentes[1*],. José Villanueva Díaz[2],. Miguel Ángel Segura Castruita[3]

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango, [2]INIFAP CENID-RASPA, [3]Instituto Tecnológico de Torreón
*im_aldo09@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La irrigación de los cultivos es una de las actividades preponderantes en la agricultura, pues de ella depende el rendimiento de las plantas en áreas de escasa precipitación, la cantidad de agua que se debe agregar a los cultivos es función del agua que se pierde por evaporación del suelo y de la que transpiran las plantas, que se conocen en su conjunto como evapotranspiración (Et) (Sánchez y Chuvieco, 2000).

La búsqueda de nuevas alternativas o esquemas metodológicos para la estimación de la Etp continúa en nuestros días, a grado tal, que información obtenida con sensores remotos, como es el caso del método SEBAL, se ha utilizado para este propósito (Er-Raki *et al.,* 2010).

La eficacia de los sensores remotos para la evaluación de condiciones ambientales ha sido evaluada (Fabregat, 1999). Escenas multiespectrales de alta resolución de los satélites SPOT, Landsat, Ikonos, entre otros, se han utilizado con este fin. El estudio de algunos elementos climáticos como precipitación y temperatura, se ha logrado con la utilización de imágenes de satélite. Los satélites Landsat 5, 7 y 8 del programa Geological Survey (USGS) a través del portal Glovis, cuentan con una banda térmica, que a través de un procesamiento, convierte los números digitales de sus píxeles a datos de temperatura (Idso *et al.,* 1975). Estos sensores en combinación con Sistemas de Información Geográfica (SIG´s) han dado cuenta del manejo y registro de inventarios geográficos, así como del monitoreo y análisis devariables ambientales, con apoyo de análisis espaciales y estadísticos (Restrepo *et al.,* 2007).

La Región Lagunera se encuentra en el norte de México y se localiza al suroeste del estado de Coahuila y en el extremo noreste del estado de Durango. La región tiene una superficie de 24,000 km^2, con un plano rodeado por una cadena de montañas. En esta zona se tienen 12 municipios, con una área de aproximada de 220,000 ha. El Distrito de Riego 017 (DR017) forma parte de esta región y tiene una superficie máxima irrigable de 105,000 ha, aunque la máxima normal es de 96,000 ha (IWMI, 2000).

Por lo tanto, el propósito del presente trabajo es establecer y observar el comportamiento de la evapotranspiración potencial del DR017 mediante técnicas de información geográfica, con el fin de generar modelos espaciales y geoestadísticos que cuantifiquen la Etp.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se circunscribió al DR017 en la Comarca Lagunera, ubicado en el suroeste del estado de Coahuila y en el extremo noreste del estado de Durango (Figura 1). El trabajo de gabinete se realizó en el laboratorio de cómputo del Instituto Tecnológico de Torreón y consistió en el empleo de material cartográfico digital, facilitado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) de la ciudad de Lerdo, Durango. Los datos climatológicos se extrajeron de la base de datos del Sistema Meteorológico Nacional para los meses de marzo a septiembre (SMN, 2014).

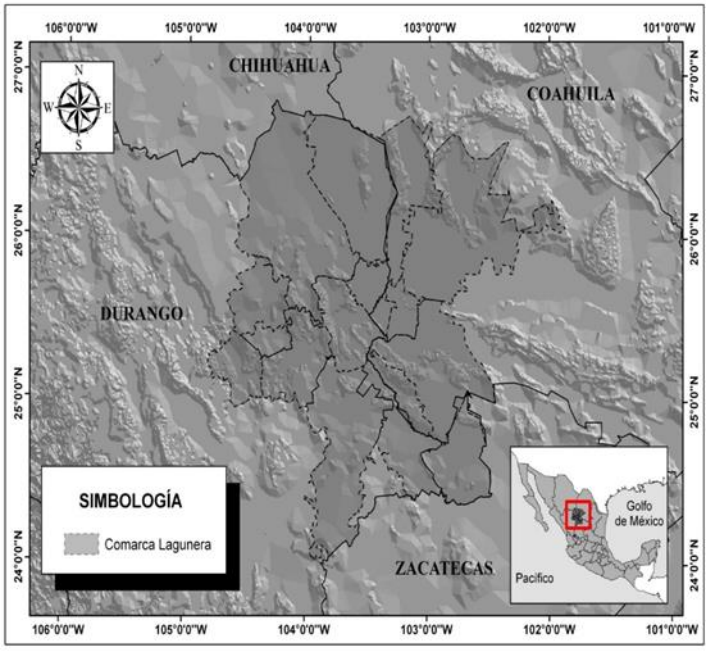


Figura 1. Ubicación geográfica de La Comarca Lagunera en los estados de Durango y Coahuila.

El DR017 se caracteriza por tener recursos hídricos limitados y por su clima seco templado. Esta región localizada en la zona norte-centro de México, está dominada por llanuras y planicies de una altitud media de 1,100 msnm, circundadas por cadenas montañosas de 2,800 a 3,700 msnm. La escasa precipitación y las características del terreno favorecen la aparición de corrientes intermitentes y efímeras. Sólo los principales ríos tienen flujo permanente (IWMI, 1998).

El DR017 comprende una parte de la región (Figura 3.2) y posee una área irrigable máxima normal de 96,000 ha, aunque esta superficie varía anualmente, dependiendo de la disponibilidad de escurrimientos en las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco. El DR017 está dividido en 20 módulos, 17 de los cuales han sido transferidos a los usuarios del agua, para su operación y mantenimiento (CNA, 1994).

El periodo de estudio comprendió los años 2013 y 2014 durante el ciclo de riego en la zona que se extiende de marzo a septiembre, donde se realizó el análisis espacial en función a la respuesta derivada del material cartográfico-digital disponible, para generar un estudio comparativo en función tiempo-espacio. Para el presente estudio, se estimó la evapotranspiración potencial (Etp) de nueve estaciones meteorológicas (Cuadro 1), mediante los modelos de Hargreaves (1985) y Thornthwaite (1948).

Cuadro 1. Estaciones meteorológicas del área de estudio.

Estación	Municipio	Estado	Clave	Latitud	Altitud	Código
San Pedro	San Pedro	Coahuila	5036	25° 45’ 26’’	1105	SP
Concordia	San Pedro	Coahuila	5007	25° 47’ 00’’	1100	C
Presa de Guadalupe	San Pedro	Coahuila	5028	25° 45’ 32’’	1110	GPE
El Cuije	Matamoros	Coahuila	5027	25° 41’ 48’’	1120	CJE
Presa Coyote	Fco. I. Madero	Coahuila	5026	25° 32’ 32’’	1223	PCY
Torreón	Torreón	Coahuila	5040	25° 31’ 11’’	1123	TOR
Fco. I. Madero	Fco. I. Madero	Coahuila	5180	25° 46’ 26’’	1116	FIM
Emiliano Zapata	Viesca	Coahuila	5139	25° 29’ 22’’	1110	ZAP
Cartagena	Tlahualilo	Durango	10168	25° 08’ 24’’	1124	CAR

El periodo del que se obtuvo registros climáticos para cada estación fue de 1951 a 2010. Debido a que no se dispuso de información climática requerida para los años 2013 y 2014, estos dos años se consideraron como base para el análisis y soporte estadístico de los datos recabados como son temperatura mínima, máxima y media.

Las bandas obtenidas por el sensor TIR se convirtieron de radiancia espectral a temperatura de brillo en grados Kelvin, usando para ello la constante térmica suministrada en el metadato, El modelo empleado es el FAO-56 (Er-Raki *et al.,* 2010), el cual describe la relación entre la evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar y no estresadas, y una evapotranspiración de referencia, separando el coeficiente de cultivo (Kc) en el coeficiente basal

del cultivo (Kcb) y la evaporación del suelo y agua (Ke). En este modelo primeramente se calculó la fracción de la cobertura vegetal (fc) empleando el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés), el cual se obtuvo mediante la extensión Analyst-Raster Calculator del software ArcGis 10.1, que se realizó para las 14 imágenes satelitales con las bandas 4 y 5 del satélite Landsat 7 y 8, Para generar una normalización en la representación gráfica de la *ETPcul*, se realizó una interpolación con el método de ponderación por distancia (IDW, por sus siglas en inglés) con los valores obtenidos (Figura 2), generando seis clases de Etp para este método.

Al considerar que los modelos empíricos (Hargreaves y Thornthwaite) para la estimación de la Etp emplean en sus modelos la variable temperatura y que el modelo de Hargreaves (Etp_H) es más preciso que el de Thornthwaite (Etp_T), se asume que debe existir una relación directa entre sus resultados; de tal manera que si el índice de calor (I) anual, mensual (i) o diario influye en el cálculo de la Etp_T, significa que la Etp_H podría ser función de alguno de los índices para los mismos periodos de tiempo, de tal manera que, se podría plantear una relación lineal entre grupos de datos de I o i como variables independientes y de Etp_H como variable dependiente en una región. Por ello, se plantearon funciones matemáticas anuales y mensuales (Etp_T vs$I$, Etp_Tvs i, Etp_H vs I, Etp_H vs i) para determinar cuál de ellas era más significativas ($p \leq 0.05$) y con mayor ajuste (R^2); la ecuación a partir de la Etp_H con mayor ajuste se utilizó de manera directa. Una vez definidas las ecuaciones se realizó una relación entre las Etp_TyEtp_H, con el fin de involucrar a ambas Etp con el índice correspondiente, para a partir de ella, con la temperatura media mensual de cada estación, calcular nuevamente la evapotranspiración estimada (Etp_E).
Después de obtenido el modelo, de cada ubicación de las estaciones meteorológicas proyectadas en la escena, se registró la temperatura correspondiente a cada una de ellas; es decir, el valor de cada pixel dónde se ubicaban las estaciones. Este dato se extrajo con la herramienta “Identify” del software ArcGis versión 10.1, en las escenas de los años 2013 y 2014. Estas temperaturas se utilizaron para estimar el índice de calor en las estaciones en las catorce escenas (siete meses en el estudio para cada año).

Se realizaron regresiones ortogonales ($p \leq 0.05$) entre los resultados de Etp del modelo obtenido, SEBAL y Thornthwaite con los del modelo de Hargreaves, para doce y siete meses, respectivamente, con el fin de determinar si los modelos involucran el mismo concepto; por otra parte, los valores de Etp estimados con los modelos, fueron comparados con los valores de Etp

de Hargreaves mediante las ecuaciones del error medio del sesgo (EMS) y la raíz del error de la media cuadrática (REMC) como en las ecuaciones:

$$EMS = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(Etp_{mod,i} - Etp_H\right)$$

$$REMC = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(Etp_{mod,i} - Etp_H\right)^2}$$

Donde: $Etp_{mod,\ i}$ y $Etp_{H,\ i}$, i= valores del modelo y datos observados respectivamente, para cada mes i, y n es el número total de meses. EMS y REMC, están en unidades de mm mes^{-1}, son indicadores agregados del desempeño del modelo (Douglas et al., 2009; Gavilán y Castillo-Llanque, 2009). Asimismo, se realizó una prueba de bondad de ajuste con chi cuadrada, mediante el software estadístico MINITAB 16 (Minitab Inc., 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) b)

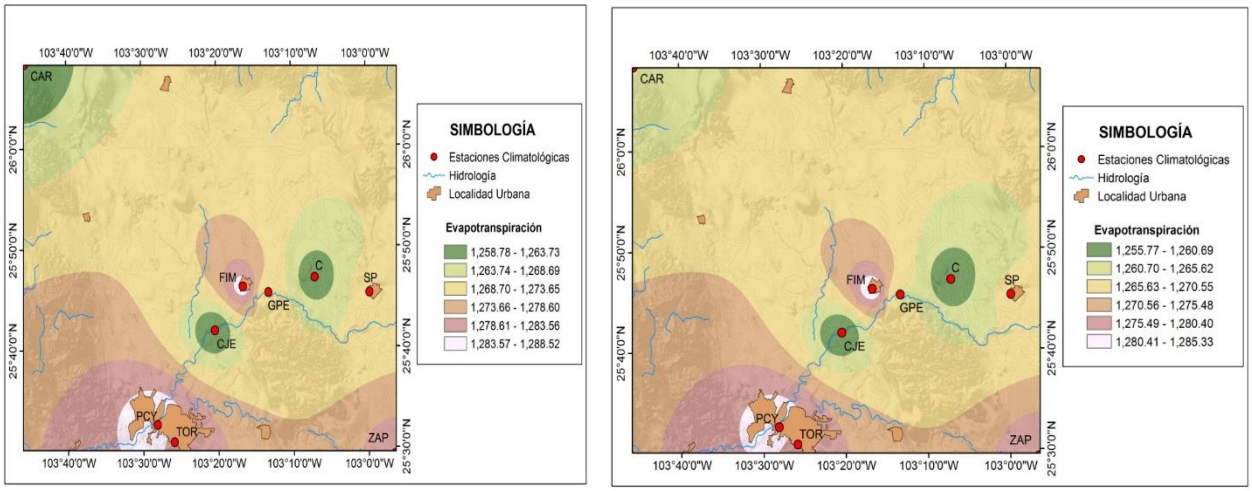


Figura 2. Distribución normalizada de la Etp del modelo SEBAL para siete meses (a) año 2013 y (b) año 2014.

La relación que se propuso entre la Etp_T y el índice de calor mensual (*i*) fue significativa ($p \leq 0.05$); además, una función de segundo grado (Cuadro 2) fue la de mayor ajuste con una R^2 = 0.9930, lo que indica que el índice de calor mensual explica un 99.3% del comportamiento de la

evapotranspiración de Thornthwaite; resultado mayor que el obtenido cuando se trabajó con el Índice de calor anual y su relación con la Etp_T anual (R^2 = 0.9758).

Cuadro 2. Relaciones entre valores de Etp de Hargreaves, Thornthwaite e índices de calor mensual y anual.

Función	Ecuación	R^2	*P*
1)Etp_T vs *I*	Etp_T = 11.779 *I*– 157.19	0.9758	0.042
2)Etp_T vs *i*	Etp_T = 6.402 + 0.126 *i* + 0.9485 i^2	0.9930	0.000
3)Etp_H vs *I*	Etp_H = 1198.1+ 6.2796 *I*	0.2744	0.245
4)Etp_H vs *i*	Etp_H = 27.41+14.35*i*	0.8703	0.000
5) Etp_T vs Etp_H	Etp_T = 1.026 Etp_H– 67.51	0.8836	0.000

Esta función indica que el índice de calor mensual (*i*) explica en un 85.72% el comportamiento de la Etp de Hargreaves en el área de estudio; es decir, a partir de la temperatura media mensual de las estación meteorológica del área de estudio (Tabla3.2) o de un lugar diferente a las estaciones, se pueden obtener resultados similares a la Etp estimada con el modelo de Hargreaves, sin considerar la temperatura máxima, temperatura mínima, ni la radiación extraterrestre. Para este estudio representará la Etp estimada uno (Etp_{E1}), como se plantea a continuación:

$$Etp_{E1} = 27.41 + 14.35i$$

Asimismo, cuando se relacionaron los valores de Etp estimados con Thornthwaite y Hargreaves y se igualó la ecuación de la función (2), con la ecuación de la función (5), se obtuvo la fórmula para estimar la Etp siguiente:

$$Etp_{E2} = \frac{(73.912 + 0.126i + 0.9485i^2)}{1.026}$$

Cuadro 3. Valores de pruebas de los diferentes métodos.

Modelo	REMC	EMS
Hargreaves	0	0
Thornthwaite	65.90	-63.45
Etp_{E1}	16.97	-0.03
Etp_{E2}	19.50	0.01

Cuadro 4. Valores de Etp acumulados de marzo a septiembre de los diferentes modelos.

Estación	Etp (mm)					
	Hargreaves	Thornthwaite	SEBAL-13	SEBAL-14	Etp_{E1}	Etp_{E2}
SP	1336.63	842.64	1270.52	1266.25	1309.51	1338.77
C	1359.84	908.62	1260.00	1256.02	1313.78	1346.49
GPE	1303.49	865.24	1269.39	1264.57	1248.92	1296.81
CJE	1420.96	895.79	1258.77	1255.76	1311.39	1334.01
PCY	1329.40	976.57	1288.52	1285.45	1371.08	1425.95
FIM	1288.46	746.39	1285.83	1283.86	1164.14	1133.66
TOR	1269.20	951.95	1282.58	1277.51	1350.81	1399.05
ZAP	1428.31	957.86	1280.52	1278.82	1355.61	1406.87
CAR	1279.70	806.94	1261.52	1261.90	1213.70	1213.70
EMS	0	-451.55	-62.03	-65.09	-49.81	-13.40
REMC	0	456.95	85.52	87.70	75.52	83.49

CONCLUSIONES

El modelo para estimar la evapotranspiración Etp_{E1} tiene un sesgo menor, que cuando se obtiene a través de los modelos Thornthwaite y SEBAL, toda vez que éste se genera a partir del índice de calor mensual y la evapotranspiración de Hargreaves.

BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional del Agua (CNA). 1994. Uso eficiente del agua y la energía eléctrica. Gerencia en la Región Lagunera. pp. 5-15.

Douglas, E. M.; Jacobs, J. M.; Sumner, D. M. and Ray, R. L. 2009. A comparison of models for estimating potential evapotranspiration for Florida land cover types. J. Hydrol. 373:366-376.

Er-Raki, S., A. Chehbouni y B. Duchemin. 2010. Combining satellite remote sensing data with the FAO-56 dual approach for water use mapping in irrigated wheat fields of a semi-arid region. Remote Sensing. Vol. 2. p: 375-380. Disponible en www.mdpi.com/journal/remotesensing verificado el 6 de octubre de 2014.

Fabregat, V. 1999. Fundamentos teóricos del control de las extracciones mediante teledetección. En: Ballester, A., Fernández, J.A., López, J.A (ed). Medida y Evaluación de las extracciones de aguas subterráneas, pp. 89-104.

Idso, S., Jackson, R. and Reginato, R., 1975, Estimating evaporation: a technique adaptable to remote sensing Science, 189, pp. 991-992.

IWMI (Instituto Internacional del Manejo del Agua). 1998. El uso de las aguas subterráneas en el distrito de riego 017, región Lagunera, México IWMI Serie Latinoamericana. Volumen 3. pp. 1-10. Disponible en http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Latin_American_Series/pdf/3.pdf verificado el día 8 de julio de 2014.

Sánchez, M. y E. Chuvieco. 2000. Estimación de la evapotranspiración del cultivo de referencia, ETo, a partir de imágenes NOAA-AVHRR. Revista de Teledetección, Vol. 14, pp: 11-12.

MÉTODO NO DESTRUCTIVO PARA EVALUAR EL VIGOR VEGETAL EN ESPECIES FORESTALES CULTIVADAS EN VIVERO.

Héctor Alfredo López-Aguilar[1], José Luis García-Pérez[1], Eutiquio Barrientos-Juárez[1], Jorge Alberto Gómez[2], Antonino Pérez-Hernández[3].

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Carretera a Ojinaga kilómetro 33.3, Centro, 32910 Aldama, Chihuahua.
[2] Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ave. del Charro 450, Partido Romero, 32310 Ciudad Juárez, Chihuahua.
[3] Centro de Investigación en Materiales Avanzados. Ave. Miguel de Cervantes 120, Industrial Chihuahua, 31109 Chihuahua, Chihuahua.
E-mail: antonino.perez@cimav.edu.mx

INTRODUCCIÓN

La medición de algunas características fisiológicas que reflejan el estado sanitario, nutrimental e hídrico de las plantas empleadas para la reforestación, es costosa, debido al uso de instrumentos sofisticados, en comparación con los atributos morfológicos que se obtienen de manera directa (Jacobs *et al.*, 2009). El uso de indicadores cuantitativos, además de establecer una medición sistemática, es un proceso a través del cual se puede evaluar de manera objetiva, los cambios o variaciones de las plantas en respuesta a ciertos estímulos, como la adición de nutrimentos o algún otro factor que limite o promueva su desarrollo. En la actualidad existen diversos índices de espectroscopia que se usan en la evaluación del comportamiento de algunos cultivos agrícolas, así como en el estudio de otros ecosistemas con actividad fotosintética (Castañeda *et al.,* 2015, Pettorelli *et al.,* 2005). El Índice Normalizado Diferencial de Vegetación (NDVI, por sus siglas en inglés: *Normalized Difference Vegetation Index*), principalmente usado con imágenes satelitales y sistemas de información geográfica, hace uso de las intensidades de reflectancia en las bandas del rojo de la región visible (R) e infrarroja cercano (NIR en inglés *Near-InfraRed*), quedando definido por la siguiente expresión (Pettorelli *et al.,* 2005):

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \qquad -1 \leq NDVI \leq 1$$

Asimismo, el desarrollo de sensores de imagen de tecnología de estado sólido (CCD, *Charge Coupled Device* y CMOS, *Complementary Metal Oxide Semiconductor*) permite contar con cámaras multiespectrales de bajo costo, cuyas imágenes son capaces de determinar el estado de madurez (Garrido-Novell *et al.,* 2012) y defectos en frutos (Li *et al.,* 2011), así como la detección del estrés hídrico en plantas y árboles (Kim *et al.,* 2011).

Mahesh *et al.* (2008) determinaron los diferentes tipos de trigo canadiense basado en imágenes espectrales obteniendo una certeza cercana del 94%. Se observaron excitaciones de los grupos funcionales NH, OH, en las regiones entre 960 - 1100 nm y 1420 – 1600 nm, que se relacionan con el contenido de agua y proteínas de la muestra. El contenido de clorofila de las hojas de los

árboles es un indicador clave de la actividad fotosintética de las plantas. La estimación del contenido de clorofila de los pinos como indicador de vigor, obtenidos por muestreo destructivo, es una labor lenta y costosa, por tal razón se usan alternativas rápidas y no destructivas, en algunos casos son más imprecisas que los métodos indirectos, para esto Curran *et al.* (1995) propuso usar la frontera entre el rojo y el NIR (690 y 740 nm) para estimar la concentración de clorofila en las acículas de las coníferas *Pinus elliottii*. Al respecto Li *et al.* (2011) encontraron una relación directa entre el contenido de clorofila de las hojas de *Pinus koraiensis* y la reflectancia del espectro comprendido entre 800 a 2500 nm, como método de prueba no destructivo. Así mismo, los resultados presentados por Eitel *et al.* (2010) sugieren que por medio de índices normalizados NDVI y NDRE (*Normalized Difference Red Edge Index*) obtenidos por la reflectancia en los tres anchos de banda: 659–681 nm; 720–740 nm; y >760 nm, se puede identificar el estrés nutricional de plántulas de *Pinus sylvestris* en sus primeras etapas de crecimiento. El monitoreo de la absorbancia/reflectancia de la luz en el espectro NIR podría ser útil, como método no destructivo. Dicho método puede predecir el contenido de clorofila en especies vegetales y estimar el estado fisiológico de las plántulas producidas en viveros forestales. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un índice de vigor vegetal para la detección de síntomas de deficiencia nutrimental de la especie forestal *Pinus greggii* producida en vivero. El índice se determinó a partir del uso de cámaras portátiles de bajo costo sensibles a la región NIR, utilizando sensores CCD y filtros ópticos. El uso y aplicación de este método de medición no destructivo, tiene el potencial de determinar el estado de vigor de las especies forestales cultivadas en vivero y apoyar en la toma de decisiones en los ciclos de producción de las plantas.

METODOLOGÍA.

La experimentación se realizó en el sitio experimental La Campana de INIFAP ubicado en el semi-desierto de Chihuahua (Latitud 28° 51’ 12.035” Longitud -105° 52’ 3.650”). Durante el periodo de muestreo se presentó una radiación global máxima de 678 W m^{-2} y una temperatura ambiental promedio máxima de 286.5 K en el sitio. La técnica de detección estudiada se basó en el uso de una cámara con sensor de imagen tipo CCD Samsung® de 12.2 Megapixeles y un filtro óptico para obtener las bandas correspondientes R y NIR (fig. 1A). Una vez capturadas las plántulas se realizó un tratamiento de imágenes para el cálculo NDVI utilizando el software MATLAB® y a partir del análisis tensorial de la información (fig. 1B). Se desarrolló un Índice Ponderado-Normalizado de Vigor Vegetal ($IPNV^2$) para la cuantificación del vigor de plántulas cultivadas en vivero, a partir de la frecuencia de pixeles para cada valor de NDVI discreto de

cada imagen capturada. El algoritmo utilizado para el cálculo del $IPNV^2$ queda expresado de la siguiente manera:

$$\mathrm{IPNV}^2 = \frac{\sum xf(x)}{\sum f(x)}$$

Dónde: IPNV^2 es el índice de vigor vegetal que representa los valores NDVI estimados para toda la imagen, valores más altos representan un mayor vigor vegetal, $f(x)$ es la frecuencia para cada valor discreto x del NDVI calculado (fig. 2). El valor $\sum f(x)$ en el numerador toma en cuenta el total de pixeles capturados en la imagen, en el denominador permite que los valores del IPNV^2 sean independientes del número de pixeles. Se analizaron plántulas de *Pinus greggii Engelm* de ocho meses de edad, fertilizadas con cuatro niveles de nitrógeno aplicados en una solución nutritiva a base de sulfato de amonio (NH_3SO_4).Como prueba preliminar, en la primera etapa, se evaluaron cuatro plantas, una por cada tratamiento. Los tratamientos de fertilización consistieron en: T1: Dosis Baja = 0.46 g L^{-1}T2: Media = 0.69 g L^{-1}, T3: Alta = 0.81 g L^{-1}, T4: Muy alta= 0.92 g L^{-1}. Para la obtención del $IPNV^2$ en ésta etapa, se capturó la imagen completa de cada plántula, incluyendo raíces y parte aérea (fig. 1). En la segunda etapa experimental se realizó el análisis de 3 plantas por unidad experimental, con la aplicación de los 4 tratamientos nutrimentales. La captura de las imágenes de estos 12 especímenes se llevó a cabo de manera individual, las fotografías fueron tomadas a una distancia de 25±5 cm. Se eligió un material de fondo color negro que no interviene con el cálculo del NDVI. En todos los casos, la captura se realizó al medio día, con las plántulas de frente al sol para propiciar una misma intensidad de iluminación. Los valores $IPNV^2$ estimados fueron comparados con atributos morfológicos como: Índice de Robustez (IR), altura de la planta, diámetro y con atributos de calidad como son: la relación de biomasa seca aérea/raíz (PRBS) y el Índice de Calidad de Dickson (ICD) (Sáenz Reyes *et al.,* 2010; Ritchie *et al.*, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimentación etapa 1. Las imágenes presentan los gráficos obtenidos de la captura de plántulas con distinta fertilización.

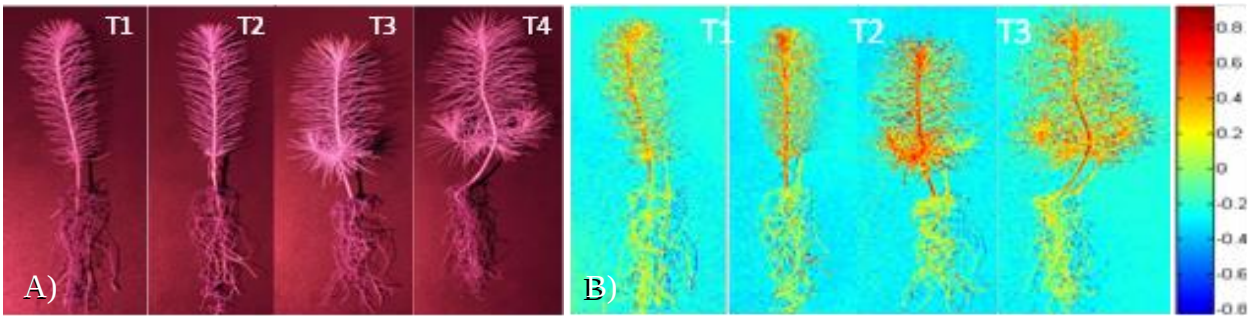


Figura 1. Imágenes de plántulas *Pinus greggii* a distintos tratamientos (T1-T4) de fertilización. A) Bandas NIR+R_r, NIR_g, NIR_b. B) NDVI.

La fig. 2 presenta los valores estimados de la frecuencia NDVI para cada pixel en la captura de las plántulas con los 4 tratamientos de fertilización (T1-T4) de la etapa 1.

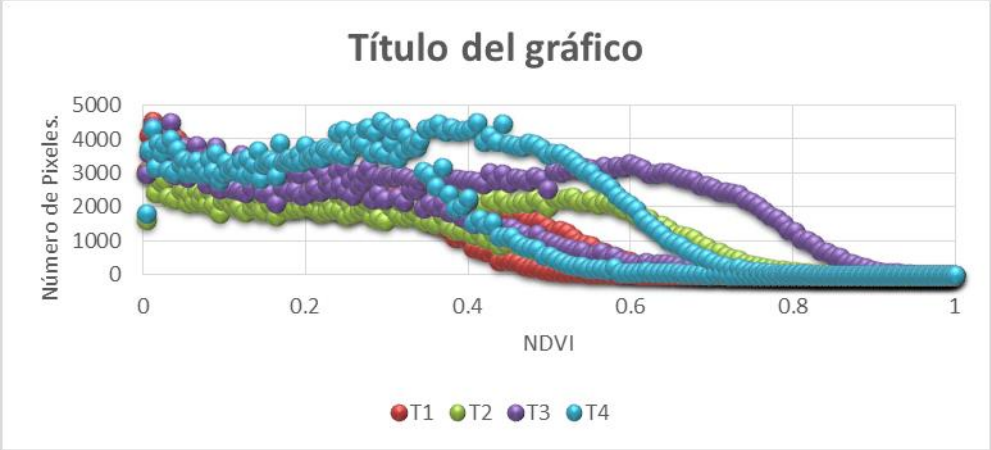


Figura 2. Valores de la frecuencia NDVI estimados de cada pixel para cada plantula por tratamiento.

Se observa en la gráfica de la fig. 2 que los cuatro tratamientos presentaron un comportamiento diferente de valores en los pixeles. El algoritmo desarrollado para el cálculo $IPNV^2$ permite integrar todos estos valores en el índice.

En el cuadro 1 se presentan los parámetros los valores obtenidos IR, $IPNV^2$ con y sin raíz y el ICD en la experimentación de la etapa 1. La relación altura/diámetro del cuello de la raíz o IR relaciona la altura y el diámetro del cuello de la raíz de la planta, valores más bajos indican una mejor calidad de la planta, más robusta y con tallo vigoroso (Sáenz *et al.,* 2010). En el cuadro 1 se observa que los valores IR óptimos concuerdan con los resultados del $IPNV^2$. Así también, el ICD considera varios atributos morfológicos: altura, diámetro y los pesos secos aéreo, raíz y total, un valor mayor representa una mejor calidad de planta (Dickson *et al.,* 1960). En el cuadro 1 se observa que el tratamiento T3 presenta el mejor valor $IPNV^2$, concordando con el valor óptimo del ICD.

Cuadro 1. Atributos morfológicos de calidad de planta e $IPNV^2$ obtenidos en la etapa 1, en plantas de *Pinus greggii Engelm* bajo diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

Tratamiento	IR	$IPNV^2$ con raíz	$IPNV^2$ sin raíz	ICD
T1	8.515	0.220	0.380	4.847
T2	6.742	0.296	0.444	6.207
T3	***6.735***	***0.339***	***0.492***	***10.435***
T4	7.014	0.284	0.408	*7.508*

Experimentación etapa 2. En las imágenes de la etapa anterior (fig. 1) se detectaron valores positivos de NDVI en la sombra de la imagen. En esta etapa se utilizó un difusor de luz para mejorar la captura y eliminar la sombra de la imagen. La fig. 3 presenta un gráfico obtenido de la captura individual de las plántulas como prueba no destructiva. Se fotografiaron 12 plántulas tratadas con los distintos niveles de fertilización.

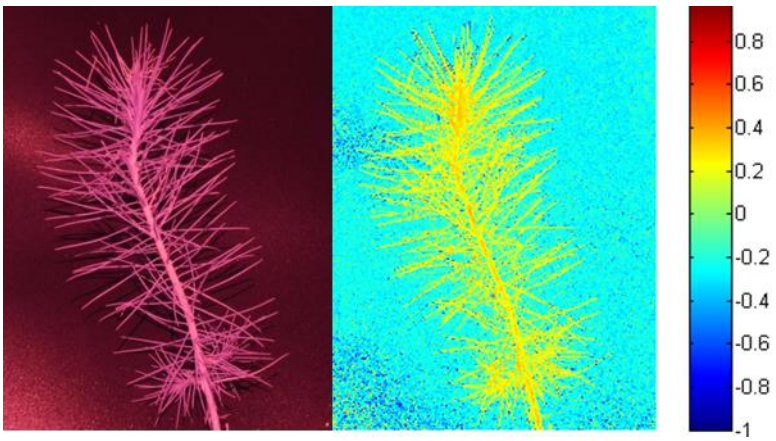


Figura 3. Imágenes a) NIR b) NDVI para prueba no destructiva de vigor en plántulas *Pinus greggii*.

El cuadro 2 presenta los parámetros de la caracterización morfológica y los valores $IPNV^2$ calculados. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las variables biomasa aérea ($p \leq 0.001$) y biomasa total (0.004); no obstante en el resto de las variables sobresalió el tratamiento T3, lo que presenta al valor $IPNV^2$ como consistente con el resto de los tratamientos. El indicador de la relación en peso de biomasa seca PRBS refleja el desarrollo de la planta en vivero. Una buena relación debe fluctuar entre 1.5 y 2.5, valores mayores indican desproporción y la existencia de un sistema radical insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta (Sáenz Reyes *et al.,* 2010). Se encontró, del cuadro 2, que ningún valor está en el rango recomendado, esto puede estar asociado a la limitación del espacio para el

desarrollo radicular, ocasionado por la forma estrecha del contenedor así como al hábito de crecimiento de la especie. El valor PRBS en torno a 2.5 corresponde al tratamiento T3, en acorde con el valor más alto del $IPNV^2$. Los otros valores PRBS no son cercanos a 2.5, lo que podría indicar que las plántulas no son aptas para sitios de plantación donde la precipitación es escasa, debido al desbalance entre la parte de transpiración y absorción de humedad (Sáenz Reyes *et al.,* 2010). Además de la respuesta obtenida en el crecimiento de las plantas por la adición de fertilizante, el uso de este método, puede indicar un diagnóstico de la condición nutrimental de las plantas, debido a que estas fueron sensibles a las dosis aplicadas. Se encontró que la respuesta no fue lineal, ya que en el tratamiento T4 (dosis muy alta), la planta no continuó su crecimiento, lo cual aumenta la concentración de nutrimentos pero no la biomasa, (consumo de lujo) ubicando el punto máximo en el tratamiento T3 (dosis alta) o rango óptimo, mientras que en los otros dos se registraron bajas tasas de crecimiento, o estados de deficiencia (Landis *et al.,* 2005).

Cuadro 2. Atributos morfológicos de calidad de planta e $IPNV^2$ en la experimentación de la etapa 2, con plantas de *Pinus greggii* bajo diferentes niveles de fertilización.

Tratamiento	$IPNV^2$ promedio (parte aérea)	Biomasa seca aérea (g)	Biomasa seca radical (g)	Biomasa seca total (g)	Relación biomasa seca aérea/raíz (PRBS)
T1	0.174	0.700	0.185	0.887	3.839
T2	0.171	0.503	0.132	0.637	3.940
T3	*0.193*	*0.993*	*0.175*	*1.167*	*6.299*
T4	0.180	0.520	0.185	0.653	4.257

CONCLUSIONES

Se observó que los valores $IPNV^2$ detectados en la raíz de las plántulas no son importantes para el análisis comparativo, es decir, la captura en imagen de la parte aérea es suficiente para el ejercicio comparativo.

Ya que las mediciones morfológicas típicas en viveros, como la talla de las especies vegetales, no representan con exactitud el estado fisiológico de las mismas, cobra importancia la identificación de métodos sensibles al vigor vegetal, así como el desarrollo de índices que la cuantifiquen. El uso de este método de detección no destructivo, tiene el potencial de determinar el estado de vigor de las especies forestales cultivadas en el vivero, lo que

complementará a la medición de los atributos de calidad de las especies. Se espera que su implementación y uso en dispositivos de bajo presupuesto y de tamaño portátil, permitan un análisis cuantitativo del estado fisiológico de las especies forestales y que contribuya al incremento de la probabilidad de éxito de la actividad silvícola en la plantación forestal. Se continuará la investigación con un análisis químico cuantitativo de C, H, N y S de las muestras utilizando equipos de cromatografía, con el objetivo de evaluar la relación potencial entre el $IPNV^2$ y el contenido de Nitrógeno en planta. Se continuará realizando estudios para conocer la influencia de la iluminación (artificial y/o natural) y distancia de captura en la medición del $IPNV^2$ en especies forestales. Se obtendrá el ICD, los valores $IPNV^2$ y el contenido de N presente en la biomasa seca, de muestras con tratamientos distintos, para estudiar su interrelación.

BIBLIOGRAFÍA

Castañeda del Álamo, C., Jiménez Castañeda, A., Latorre Garcés, B., Luna Jordán, E. (2015). Tratamiento automático de imágenes Landsat en entorno SIG para gestión de espacios protegidos: Laguna de Gallocanta, España. XVI Congreso de la Asociación Española de Teledetección: Humedales y espacios protegidos (Sevilla. 21-23 octubre).

Curran, P. J., Windham, W. R., Gholz, H. L. (1995). Exploring the relationship between reflectance red edge and chlorophyll concentration in slash pine leaves. Tree physiology, 15(3), 203-206.

Dickson, A., Leaf, A. L., Hosner, J. F. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries.The Forestry Chronicle, 36(1), 10-13.

Eitel, J. U. H., Keefe, R.F., Long, D. S., Davis, A. S., Vierling, L. A. (2010). Active Ground Optical Remote Sensing for Improved Monitoring of Seedling Stress in Nurseries. Sensors, 10, 2843-2850.

Garrido-Novell, C., Pérez-Marin, D., Amigo, J. M., Fernández-Novales J. J. Guerrero E., Garrido-Varo A. (2012). Grading and color evolution of apples using RGB and hyperspectral imaging vision cameras. Journal of Food Engineering, 113, 281–288.

Jiangbo, L., Xiuqin R., Yibin Y. (2011). Detection of common defects on oranges using hyperspectral reflectance imaging. Computers and Electronics in Agriculture, 78, 38–48.

Landis, T, D., Haase, D., Dumroese, K. Plant Nutrient Testing and Analysis in Forest and Conservation Nurseries In: Dumroese, R. K.; Riley, L. E.; Landis, T. D. (2005). National proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations—2004; 2004 July 12–15; Charleston, NC; and 2004 July 26–29; Medford, OR. Proc. RMRS-P-35. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

Li, Y., Zhang, Y., Jiang, L. (2011). Modeling chlorophyll content of korean pine needles with NIR and SVM. Procedia Environmental Sciences, 10, 222-227.

Mahesh, S., Manickavasagan, A., Jayas, D.S., Paliwal, J., White, N.D.G. (2008). Feasibility of near-infrared hyperspectral imaging to differentiate Canadian wheat classes. Biosystems engineering, 101, 50–57.

Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Tucker, C. J., Stenseth, N. C. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change.Trends in ecology & evolution, 20(9), 503-510.

Red de monitoreo INIFAP, estación Aldama. http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/

Ritchie, G. A., Landis, T. D., Dumroese, R. K., Haase, D. L. (2010). Assessing plant quality. The container tree nursery manual, 7, 17-81.

Sáenz, R. J. T., Villaseñor, R. F. J., Muñoz, F. H. J., Rueda, S. A., Prieto, R. J. A. (2010). Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. p 48.

Yunseop, K., David M. G., Park, J., Henry, K. Ngugi, Brian, Lehman, L. (2011). Hyperspectral image analysis for water stress detection of apple trees. Computers and Electronics in Agriculture, 77, 155–160.

GENERACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELOS CLIMÁTICOS EN ZACATECAS, MÉXICO

Guillermo Medina-García[1]*, Miguel Servín Palestina[2], Martín García Bandala[3] Guillermo Jesuita Pérez Marroquín[4]

[1,2]INIFAP- Campo Experimental Zacatecas, Carr. Zacatecas-Fresnillo km 24.5, Calera, Zac., México.
[3,4]Estudiante y profesor investigador de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería Agrohidráulica, Av. Universidad S/N, San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., 73965, México.

INTRODUCCIÓN

En el mundo el sector agrícola es el más demandante de agua, consumiendo más del 80 % del agua disponible, mientras que en México este valor corresponde aproximadamente al 77 % para el uso agrícola, 17 y 6 % para el uso doméstico e industrial respectivamente, con 6.3 millones de hectáreas bajo riego, en las cuales la eficiencia de aplicación del agua es menor al 50% (Sánchez et al., 2002). Por otra parte, se ha observado una gran disminución de agua en las presas del país, lo que ha generado que cada vez haya más sobre explotación de los mantos acuíferos. Por ello, es importante implementar estrategias que ayuden a hacer más eficiente el uso del agua en la agricultura. Entre estas estrategias se encuentra la tecnificación del riego, que toma en cuenta la incorporación de métodos más racionales y cuantitativos en el uso del agua (Servín, 2015). En el estado de Zacatecas se practica una agricultura de alto riesgo, con alta recurrencia de sequías y escasa precipitación, a pesar de ello, la planeación del ciclo agrícola en los diferentes cultivos y el manejo del agua se realiza sin soporte técnico alguno, con base únicamente en la experiencia del usuario.

Para obtener un mayor rendimiento en los cultivos se debe tener una adecuada planeación del ciclo agrícola. La planeación del ciclo agrícola es el resultado de la selección de uno o varios cultivos y metodologías de optimización de los riegos, con el objetivo de lograr una maximización de su ingreso haciendo más eficiente el uso del agua (María, 2007).

La programación del riego es una técnica que permite determinar el nivel óptimo de riego de acuerdo a las interacciones específicas de suelo, cultivo, clima y manejo agronómico (Ortega y Acevedo, 1999). La programación del riego ha de tomar en consideración realizar un balance hídrico en el perfil del suelo, tomando en cuenta, por una parte, las aportaciones de agua de riego y la precipitación y, por otra parte, la demanda evapotranspirativa del cultivo (Servín et al, 2012).

Como parte de los insumos para realizar un balance hídrico climático en la planeación de riego se utilizan modelos climáticos. Estos modelos se determinan a través de técnicas de regresión y

ayudan a estimar datos de clima utilizados en el balance hídrico climático (Servín, 2015). El objetivo de este estudio fue generar y validar modelos climáticos para 36 estaciones climáticas del estado de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones del Campo Experimental Zacatecas (CEZAC) del INIFAP, localizado en el kilómetro 24.5 de la carretera Zacatecas-Fresnillo, ubicado a 22º 54' latitud norte, y 102º 39' longitud oeste a una altitud media de 2197 msnm (Figura 1).

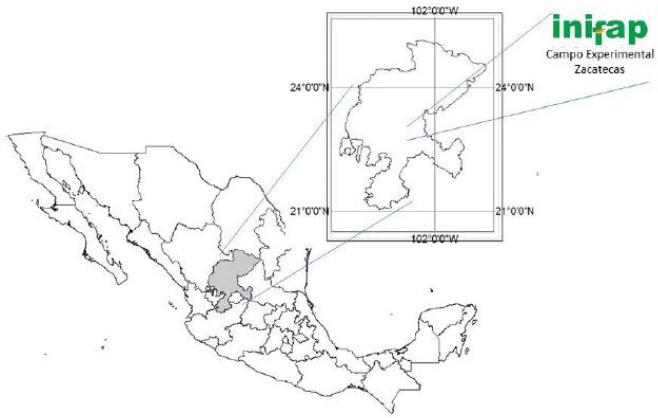


Figura 1. Ubicación de del área de estudio.

El estado de Zacatecas cuenta con una red de 36 estaciones meteorológicas automatizadas, administradas por el INIFAP, desde el año 2002. Las estaciones cuentan con sensores para medir la temperatura del aire, humedad relativa, precipitación, dirección y velocidad del viento y radiación solar. Con estas variables, el programa de administración de las estaciones estima la evapotranspiración potencial (ETo) por el método de Penman-Monteith (Monteith, 1981). Se estimaron datos decenales de toda la serie histórica de las 36 estaciones (2002-2015) de temperatura máxima, mínima y media, y evapotransiparación potencial.

Los datos climáticos son variables que describen fenómenos naturales, pueden ser expresados como funciones periódicas en el tiempo T (periodo de 1 año), y representadas matemáticamente por series de Fourier. La idea básica de las series de Fourier es que toda función periódica de tiempo T puede ser expresada como una suma trigonométrica de senos y cosenos del mismo periodo de T. Esta técnica desarrollada por el matemático y físico francés Jean Baptiste Fourier en 1822. Es una herramienta matemática que se utilizada para analizar funciones periódicas a través de la descomposición de dicha función en una suma infinitesimal de funciones sinusoidales (Guenni, et al, 2008). Para hacer la representación matemática de las variables climáticas como temperatura máxima, temperatura mínima y evapotranspiración se

utilizó la siguiente ecuación, utilizando Excel versión 2013 para procesar los datos y para una mejor interpretación de la información.

$$Y = a_0 + a_1c_1 + b_1s_1 + a_2c_2 + b_2s_2$$

Donde a y b son coeficientes obtenidos mediante regresión de los datos de temperatura y evapotranspiración proporcionados por la red de estaciones, c y s son coseno y seno de la armónica, que se obtienen con las siguientes ecuaciones:

$$Ci = \cos\left[\frac{2i * \pi}{365}J\right]$$
$$Si = \sin\left[\frac{2i * \pi}{365}J\right]$$

Dónde: i es el número de c o s en la ecuación, y J es el día juliano correspondiente en el año.

La validación de los modelos obtenidos fue realizada mediante una regresión entre los valores observados y los estimados, utilizando como valores observados los datos del año 2016. La precisión del modelo en la estimación de la temperatura y evapotranspiración fue de acuerdo a las siguientes asunciones: una R^2 apropiada, la pendiente debe ser significativamente igual a uno y el intercepto debe ser significativamente igual a cero. La precisión óptima de los valores estimados por el modelo ocurre cuando la pendiente se acerca a uno, lo que implica que, por cada unidad de los datos observados, corresponderá una unidad de los estimados (Khorsandi, et al., 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se generaron 36 modelos para cada una de las variables temperatura máxima, mínima y media, y ETo, se muestran como ejemplo los modelos para dos estaciones climáticas en el Cuadro 1, ahí se puede observar que los modelos tuvieron un excelente ajuste considerando los valores de R^2. En el Cuadro 2 se presentan los valores promedio, máximo y mínimo de los 36 modelos generados, el promedio para las tres variables de temperatura es muy similar y mayor al promedio de la ETo, que, aunque es menor (0.8843) se considera con un buen ajuste. Los valores máximos y mínimos de las temperaturas difieren muy poco entre sí, dos o tres centésimas, lo que significa que los valores de R^2 fueron muy similares para todos los modelos. Los valores máximos y mínimos de la ETo son menores a los de la temperatura y la diferencia

entre ellos es de 0.06, sin embargo, son valores que indican un muy buen ajuste del modelo a los datos.

Cuadro 1. Ecuaciones para estimar las variables del clima de dos estaciones climáticas.

Estación	Modelo	R^2
CEZAC	$ET_o = 49.687 - 10.737c_1 + 8.739s_1 - 3.986c_2 - 2.561s_2$	0.8929
	$T_{max} = 23.804 - 3.424c_1 + 1.103s_1 - 1.117c_2 - 1.042s_2$	0.9556
	$T_{min} = 7.753 - 5.538c_1 - 0.945s_1 - 0.352c_2 + 0.144s_2$	0.9753
	$T_{med} = 15.791 - 4.497c_1 + 0.476s_1 - 0.920c_2 - 0.598s_2$	0.9763
El Pardillo	$ET_o = 49.500 - 12.283c_1 + 8.445s_1 - 3.386c_2 - 1.885s_2$	0.9059
	$T_{max} = 25.113 - 3.547c_1 + 1.061s_1 + 1.118c_2 - 0.972s_2$	0.9541
	$T_{min} = 6.411 - 6.40c_1 - 1.346s_1 - 0.452c_2 + 0.540s_2$	0.9759
	$T_{med} = 15.813 - 5.163c_1 + 0.521s_1 - 1.018c_2 - 0.399s_2$	0.9808

Dónde: ETo = Evapotranspiración potencial, Tmax = Temperatura máxima, Tmin = Temperatura mínima, Tmed = Temperatura media.

Cuadro 2. Valores de R^2 de los modelos generados para cada variable considerando las 36 estaciones.

	Tmed	Tmax	Tmin	ETo
PROMEDIO	0.9748	0.9488	0.9776	0.8843
MÁXIMO	0.9808	0.9598	0.9848	0.9139
MÍNIMO	0.9590	0.9303	0.9684	0.8478

También como ejemplo se presentan las gráficas de los modelos generados para las tres variables de temperatura estudiadas de la estación CEZAC (Figura 2), se puede observar el buen ajuste de los datos estimados por los modelos a los datos observados, en los tres casos.

La validación de los modelos se basó en la línea de regresión 1:1 con los datos observados en lo que va del año 2016 y los estimados por los modelos, a manera de ejemplo se presenta en la Figura 3 la relación entre los datos de temperatura media en la estación CEZAC y los estimados.

Los coeficientes de determinación de la validación de todos los modelos se presentan en el Cuadro 3. Se cumplieron los supuestos para la validación, es decir, intercepto fue estadísticamente igual a cero y la pendiente estadísticamente igual a uno.

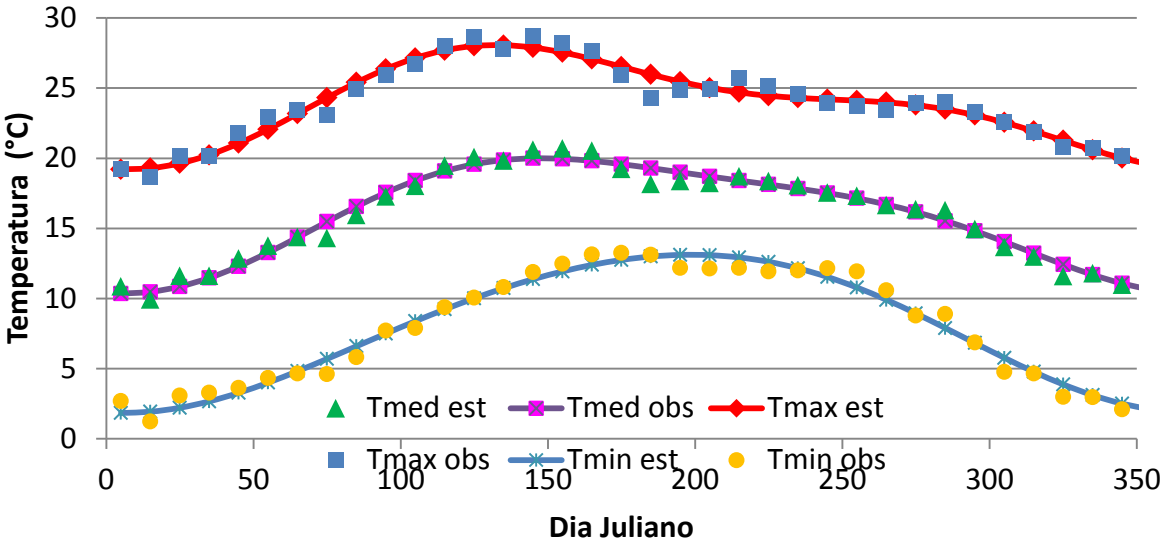


Figura 2. Modelos generados para temperatura máxima, mínima y media de la estación CEZAC.

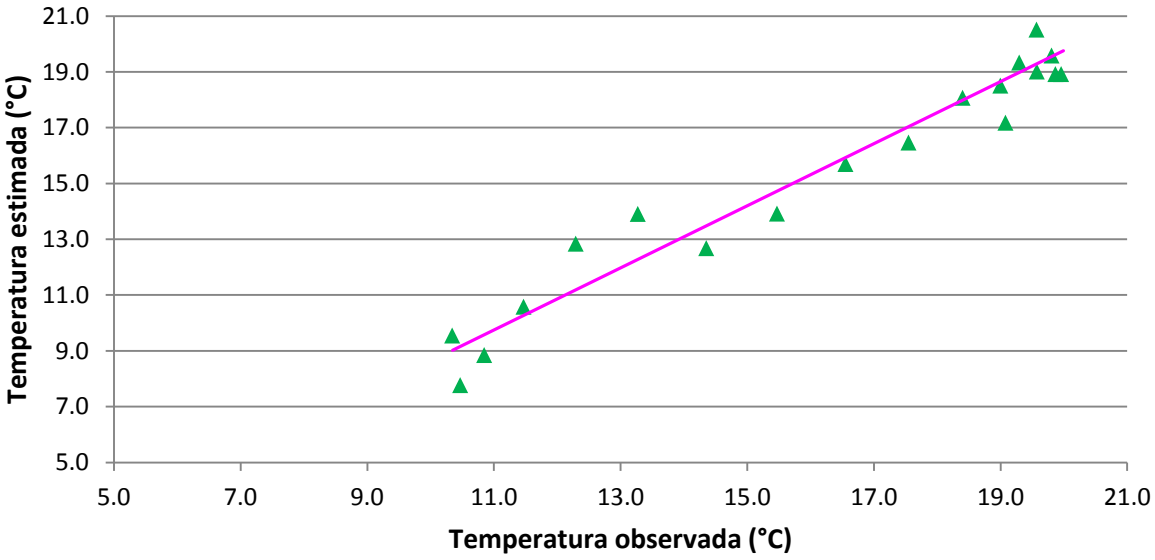


Figura 3. Estimados y predichos para el modelo generado para temperatura media de la estación CEZAC.

Cuadro 2. Coeficientes de determinación (R^2) de los modelos generados para cada variable en las 36 estaciones.

Estación	Tmed	Tmax	Tmin	ETo
Abrego	0.9295	0.7920	0.9575	0.7612
Agronomía	0.9196	0.8275	0.8847	0.7422
Agua Nueva	0.9289	0.8232	0.9226	0.7747
Alpino	0.9371	0.8330	0.8499	0.7892
Biología	0.9085	0.8432	0.9228	0.7949
Campo Uno	0.9420	0.8492	0.9489	0.8250
Cañitas	0.9298	0.8092	0.9182	0.8023
CEZAC	0.9395	0.8268	0.8705	0.7645
Chaparrosa	0.9470	0.8534	0.8851	0.8081
COBAEZ	0.9441	0.8324	0.9210	0.8501
E. Ánimas	0.9441	0.8321	0.8953	0.7429
E. Zapata	0.8964	0.8361	0.9179	0.7818
Emancipación	0.9469	0.8221	0.8891	0.7566
G. Ortega	0.9178	0.8066	0.9425	0.8545
Hidalgo	0.9271	0.8488	0.9420	0.8361
La Victoria	0.9216	0.8325	0.8913	0.6702
Las Arcinas	0.9348	0.8331	0.8585	0.8194
Loreto	0.9376	0.8032	0.8877	0.8021
M de Fuentes	0.9253	0.8305	0.9227	0.7993
Marianita	0.9394	0.8507	0.9249	0.8740
Mogotes	0.9328	0.8433	0.9410	0.8229
Momax	0.9440	0.8179	0.9177	0.6992
Pardillo	0.9499	0.8430	0.8841	0.8200
Progreso	0.9454	0.8504	0.9311	0.8279
Providencia	0.8978	0.8299	0.9133	0.7803
Rancho Grande	0.9430	0.8203	0.9152	0.8127
Saladillo	0.9490	0.8613	0.8818	0.8142
Santa Fe	0.9276	0.8276	0.8995	0.7255
Santa Rita	0.9322	0.8253	0.8973	0.7761
Santo Domingo	0.9098	0.8113	0.8941	0.7511
Sierra Vieja	0.9497	0.8352	0.9295	0.8706
Tanque	0.9459	0.8722	0.9115	0.8662
Tepechitlán	0.9343	0.8450	0.9103	0.7342
Tierra Blanca	0.9350	0.8372	0.9320	0.7165
Valparaiso	0.9104	0.7608	0.9184	0.7869
Villa Nueva	0.9498	0.8328	0.9404	0.7672
PROMEDIO	**0.9326**	**0.8305**	**0.9103**	**0.7895**
MÁXIMO	**0.9499**	**0.8722**	**0.9575**	**0.8740**
MÍNIMO	**0.8964**	**0.7608**	**0.8499**	**0.6702**

CONCLUSIONES

Los modelos generados para estimar datos de temperatura media, máxima y mínima, y evapotranspiración potencial resultaron adecuados. Los datos serán parte del insumo para realizar el balance hídrico climático utilizado en la planeación agrícola.

BIBLIOGRAFÍA

Guenni, L., Degryze, E., & Alvarado, K. 2008. Análisis de la tendencia y la estacionalidad de la precipitación mensual en Venezuela. Revista Colombiana de Estadística, 31(1), 41-65.

Khorsandi FM, Boone YL, Weerakkody G, Wishler FD. Validation of the soil temperature subroutine HEAT in the cotton simulation model GOSSYM. Agron J 1997; 89:415-420.

María R., A., Haller, V., Hugo, V., Macías López, A., Báez González, A. D., Victoria, E. 2007. El proceso de análisis jerárquico con base en funciones de producción para planear la siembra de maíz de temporal. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos, Edafología.

Monteith, J. L. 1981. Evaporation and surface temperature. Quart. J. R. Meteorol. Soc. 107:1-27.

Ortega F. S. y C. Acevedo. 1999. "Programación del riego usando sistemas meteorológicos automáticos" en Curso: Riego por Aspersión y Goteo. Universidad de Talca. Talca.

Sánchez C., I.; Estrada A., J. and González C., G. 2002. Irrigation Technology in the Irrigation Districts of México. International Water Resources Association. Water International 27: 578 -584. U.S.A.

Servín, P. M., Medina, G. G. Casas I. F., Catalán E. V. 2012, Sistema en línea para programación de riego de chile y frijol en Zacatecas. Folleto Técnico No. 42. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 42p.

Servín P. M. 2015. Sistema para programar y calendarizar el riego en los cultivos en tiempo real. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, México.

SISTEMA DE PRONÓSTICO DEL RIEGO PARA TAMAULIPAS

Catalán Valencia Ernesto Alonso[1], Villa Castorena Magdalena[1], Inzunza Ibarra Marco Antonio[1], Delgado Ramírez Gerardo[1]

[1]CENID RASPA INIFAP. Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo.
catalan.ernesto@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La falta de soporte técnico para la gestión del riego parcelario explica en gran medida los bajos niveles de eficiencia y productividad con que se utiliza el agua en las zonas de riego del país. La tecnificación del riego ha sido una de las metas prioritarias planteadas en los planes de desarrollo de las últimas administraciones del gobierno federal, sin embargo, los niveles actuales de eficiencia a nivel global (<40%) y parcelario (<60%) indican que aún hay mucho por avanzar al respecto (CNA, 2014). En Tamaulipas, el volumen de agua anual concesionado en el año 2013 fue de 4,131 millones de m^3, de los cuales el 88% (3,643 millones de m^3) se destinó a uso agrícola (CNA, 2014). La superficie cultivada bajo riego alcanzó las 340,000 hectáreas, lo cual indica que se aplicó una lámina de riego bruta promedio de 1.07 m con una eficiencia global de 56% si se asume una lámina neta o requerimiento de riego de 60 cm.

La tecnificación del riego parcelario implica la aplicación de técnicas y métodos racionales y cuantitativos para mejorar la programación, diseño y operación de los sistemas de riego. La tecnología disponible en materia de ingeniería de riego es amplia, sin embargo, los procesos de transferencia y adopción tecnológica se han rezagado por distintas razones. Además de la falta de un esquema de valoración económica real del agua para riego, se tiene que la asimilación e implementación de la tecnología se complican por los altos grados de especialización y entrenamiento requeridos. También ha influido la supresión y/o desaparición de funciones como la capacitación y asistencia técnica anteriormente proporcionadas a los usuarios por parte del gobierno federal a través de las oficinas de ingeniería de riego y drenaje de los distritos y unidades de riego.

La creación de nuevas herramientas de investigación y la disponibilidad de cierta infraestructura han dado un nuevo impulso a la transferencia y adopción de la tecnología de riego existente, acercando el conocimiento a los productores. Infraestructuras como la Red de Estaciones Climatológicas Automáticas del Estado de Tamaulipas y la Red de Internet permiten la adquisición, proceso y transmisión en tiempo real de la información climática requerida para estimar variables fundamentales de la gestión del riego de cultivos como la evapotranspiración

o consumo de agua. Mediante la programación y el acceso en línea a bases de datos (clima, suelo y cultivo), es posible desarrollar aplicaciones de cómputo para sistematizar, difundir y transferir la tecnología de riego disponible, es decir, proveer asistencia técnica en línea y tiempo real a los usuarios del riego.

La programación del riego es una técnica encaminada a determinar las cantidades de agua por aplicar y las fechas de aplicación de cada riego para minimizar deficiencias o excesos de humedad en el suelo que pudieran causar efectos adversos sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos (FAO, 1989). Con la programación adecuada del riego se pueden lograr objetivos múltiples como ahorrar agua, disminuir costos por ahorro de energía y mano de obra, minimizar estrés hídrico y maximizar rendimiento, así como maximizar calidad, rentabilidad o ingreso (Catalán *et al*., 2007). El objetivo de este trabajo fue desarrollar un programa computacional, en línea y tiempo real, para calcular las demandas de agua y calendarizar el riego de los cultivos en Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El programa DRIEGO TAMAULIPAS aquí presentado forma parte del sistema IRRINET para la asistencia técnica en línea en el manejo del riego (http://www.cenidraspa.org/). Se desarrolló a partir de su antecesor, el cual funcionaba con base en datos climáticos históricos (Catalán *et al*., 2012). Fue programado utilizando el estilo de programación mixta JQUERY bajo JAVA y PHP.

El programa resuelve el balance de agua en el suelo a partir de la estimación de cada uno de sus componentes: riego (R) y lluvia efectiva (P) como principales entradas de agua, así como evapotranspiración del cultivo (ET_c) y percolación o drenaje (D) como salidas de agua más importantes:

$$\Delta\theta = R + P - ETc - D \qquad (1)$$

Donde Δθ es el cambio del contenido de agua del suelo. La escala espacial es el volumen de control limitado por la profundidad del suelo explorada por las raíces del cultivo, y la escala del tiempo es de un día, como la mayoría de los esquemas planteados para resolver la Ec. 1 (Fox *et al*., 1994, Ojeda *et al*., 1999).

Consumo de agua. El consumo de agua o evapotranspiración (ETr) del cultivo se estima a partir del cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_0), calculada con el método estándar FAO Penman-Monteith, y el uso del coeficiente dual del cultivo, ambos procedimientos recomendados por la Organización Meteorológica mundial y la FAO para la programación del riego en tiempo real (FAO, 1998):

$$ET_C = (K_s K_{cb} + K_e) ET_0 \quad (2)$$

Donde ET_0 es la evapotranspiración de la superficie hipotética de referencia, similar a la de un cultivo de pasto bien irrigado y sin limitaciones de agua (Allen *et al*., 1990; Jensen *et al*., 1990). La ET_0 se estima con datos climatológicos del sitio (temperatura y humedad del aire, velocidad del viento y radiación solar).

Datos de entrada. La pantalla principal del programa muestra cinco botones: 1. Sitio, 2. Cultivo, 3. Suelo, 4. Riego y 5. Resultados. Los cuatro primeros botones solicitan datos de entrada y el último botón muestra el menú de resultados (Figura 1).

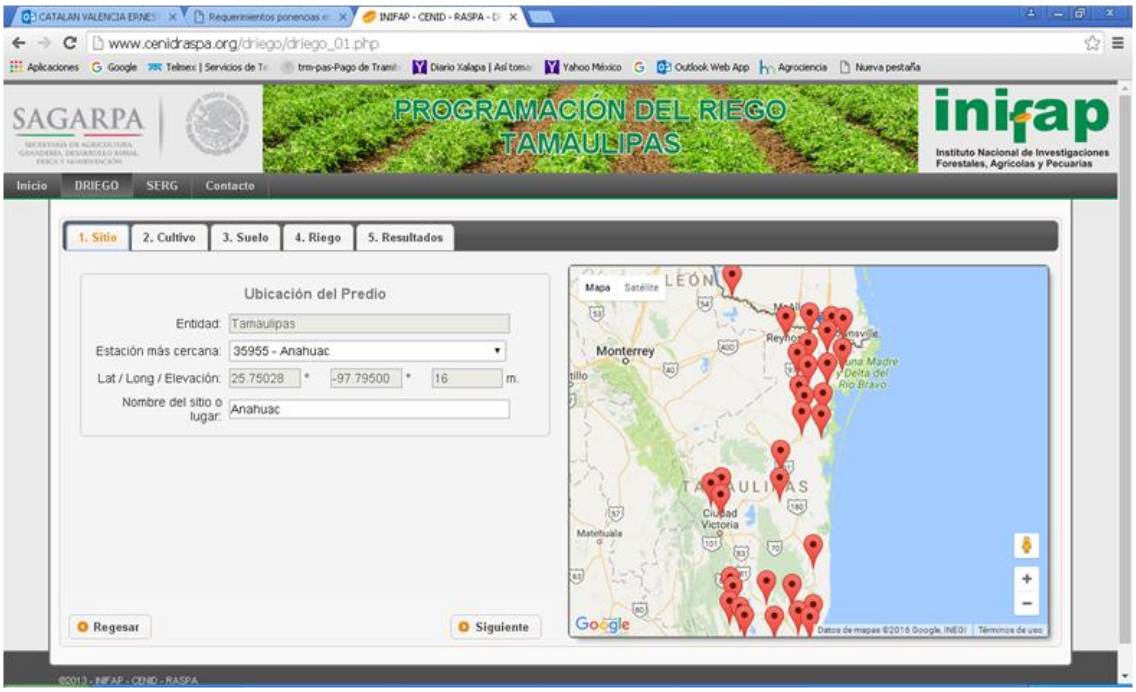


Figura 1. Selección del sitio y su estación climatológica.

Botón Sitio: solicita la estación climatológica más cercana para acceder, en línea y tiempo real, a su base de datos (Figura 1). Una vez seleccionada la estación, el programa despliega la información correspondiente como el nombre, coordenadas geográficas y altura del sitio.

Botón cultivo: solicita datos del cultivo como la fecha de siembra, duración del ciclo vegetativo y la altura máxima del cultivo, datos que el usuario puede cambiar. También se despliegan los valores de las curvas de los coeficientes basales del cultivo recomendados por la FAO, los cuales el usuario puede modificar cuando disponga de coeficientes locales de cultivo derivados de estudios experimentales (Figura 2).

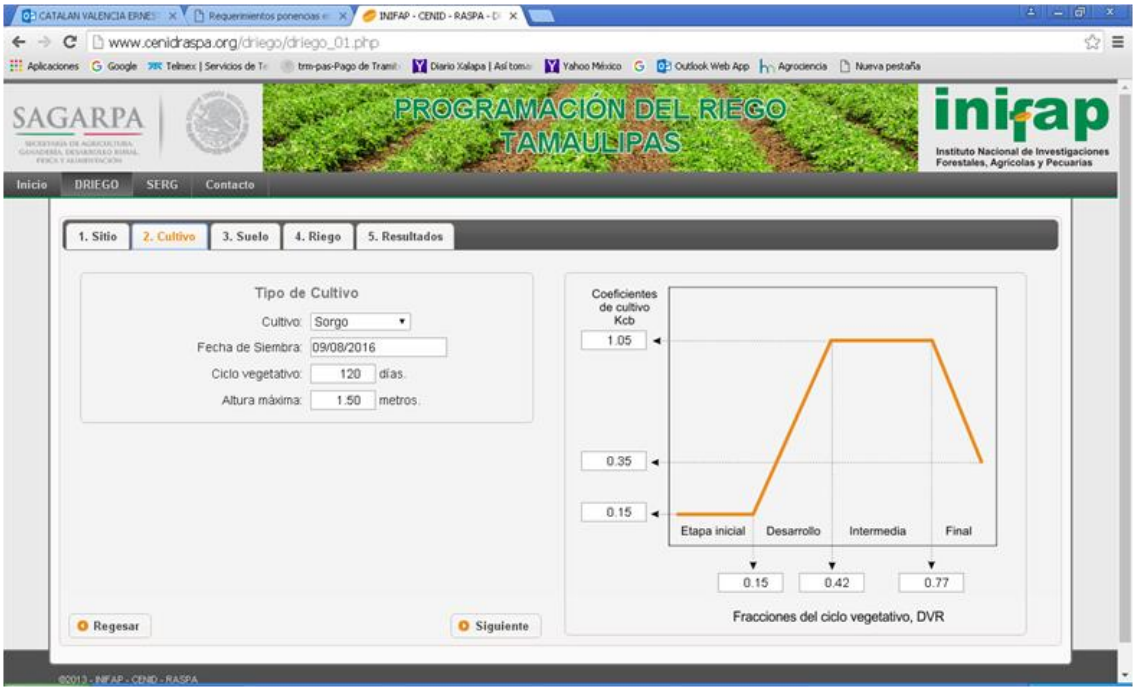


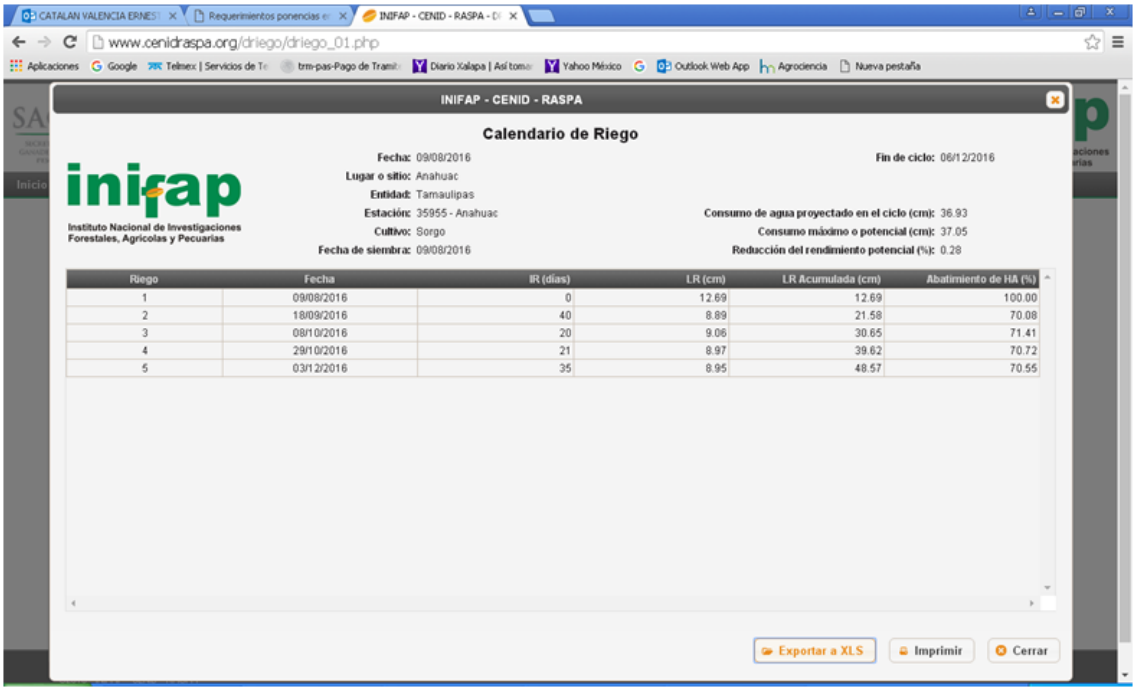
Figura 2. Ingreso de datos del cultivo.

Botón suelo: solicita información para determinar la humedad aprovechable (HA) o capacidad de retención de agua del perfil del suelo ocupado por las raíces del cultivo. El programa da al usuario tres posibles opciones para determinar HA dependiendo de la información disponible.

Botón riego: solicita la información referente al sistema de riego y su manejo como el tipo de sistema y la fracción del terreno humedecida, la cual es importante para estimar la evaporación directa del suelo. También se solicita el tipo de control del riego: por abatimiento de la humedad aprovechable del suelo o por intervalos de riego.

RESULTADOS

Como resultados de este trabajo se obtuvo un programa de cómputo para pronosticar, en línea y tiempo real, el riego de los cultivos en el estado de Tamaulipas. El último botón de la pantalla principal del programa despliega el botón “Calcular resultados”, el cual al activarse muestra los ocho botones del menú de resultados. El primer botón presenta el calendario de riego que incluye el número de riegos, fechas de aplicación, intervalos entre riegos y láminas de riego (Figura 3).



Riego	Fecha	IR (días)	LR (cm)	LR Acumulada (cm)	Abatimiento de HA (%)
1	09/08/2016	0	12.69	12.69	100.00
2	18/09/2016	40	8.89	21.58	70.08
3	08/10/2016	20	9.06	30.65	71.41
4	29/10/2016	21	8.97	39.62	70.72
5	03/12/2016	35	8.95	48.57	70.55

Figura 3. Calendario de riegos del maíz.

El segundo botón del menú de resultados presenta los datos tabulados de los componentes del balance de agua del suelo a nivel diario. Aparecen el consumo de agua del cultivo en sus modalidades de evapotranspiración (ET) máxima y real; la evaporación y transpiración como componentes de la ET real, la lluvia efectiva y la percolación. Aparece también la humedad aprovechable disponible en la zona radicular del cultivo.

Los botones tres y cuatro presentan gráficas del consumo de agua (ET máxima, ET real y Transpiración) a través del ciclo del cultivo, en valore diarios (Figura 4) y acumulados, respectivamente. Por su parte, el quinto botón muestra dos gráficas que ilustran la variación de la humedad aprovechable del suelo durante el ciclo del cultivo, tanto en porcentaje como en lámina de agua. El sexto botón muestra los valores de los coeficientes del cultivo a través de su ciclo vegetativo. Se presentan los valores del coeficiente basal (K_{cb}) que determina la transpiración del cultivo, el coeficiente K_e que determina la evaporación directa desde la superficie del suelo, y la suma de ambos coeficientes que determina la evapotranspiración.

Los dos últimos botones del menú de resultados presentan gráficas con los valores de las variables climatológicas durante la estación de crecimiento del cultivo. Todas las gráficas desplegadas por el programa pueden habilitarse y deshabilitarse para visualizarlas una por una o todas juntas.

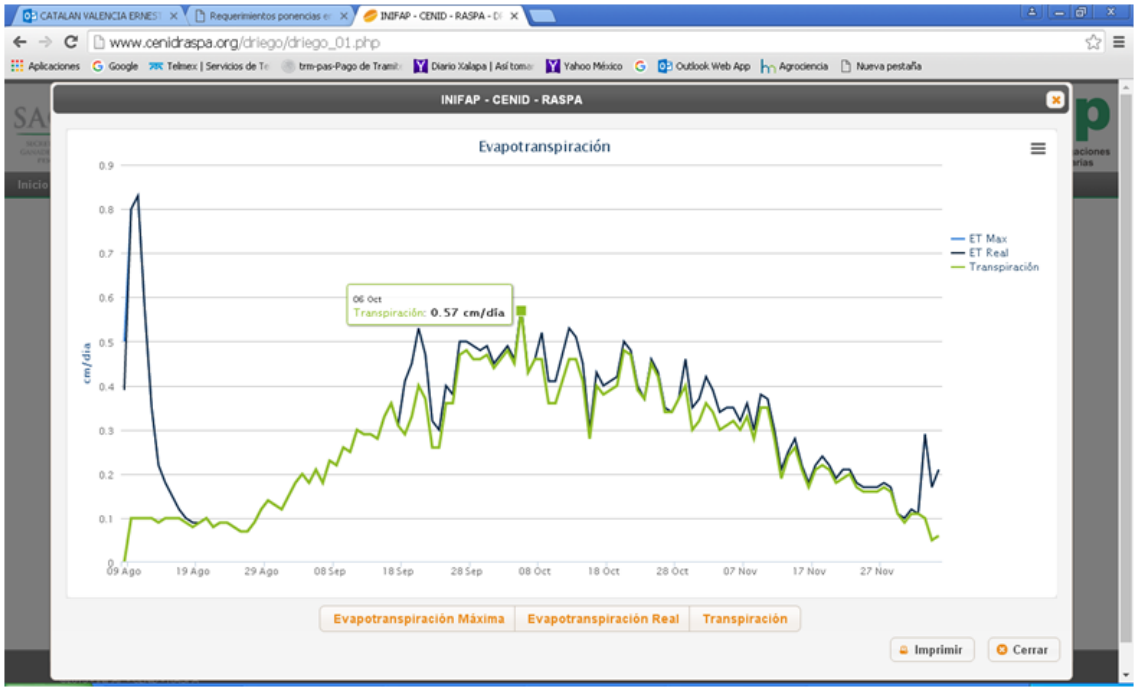


Figura 4. Consumo de agua a través del ciclo del maíz.

CONCLUSIONES

El sistema IRRINET es una herramienta importante para que los usuarios del riego del estado de Tamaulipas incorporen un mayor soporte técnico a la tarea de programar el riego de sus cultivos. La instalación y ejecución en línea del sistema y el acceso irrestricto y gratuito por parte de los usuarios a través de Internet constituyen importantes mecanismos de difusión y transferencia de la tecnología de riego disponible.

La herramienta aquí propuesta hace una estimación del consumo de agua por el cultivo y del balance de agua en el suelo utilizando datos climáticos recientes o actuales, lo cual constituye una mejora con respecto al uso de datos históricos del clima. Es por esta característica que su potencial de aplicación aumenta no sólo para la planeación de los recursos hidráulicos sino también para la operación y manejo de los sistemas de riego.

Además de los usuarios del riego, maestros y estudiantes pueden utilizar el programa con fines didácticos, para entender mejor los principios teóricos involucrados en su desarrollo; así como investigadores para ayudar a definir posibles acciones de investigación orientadas al refinamiento de las técnicas utilizadas en el programa.

El programa también puede utilizarse como herramienta para la planeación y toma de decisiones sobre el uso de los recursos hídricos del estado de Tamaulipas, tareas en las cuales el conocimiento de las necesidades hídricas de los cultivos es básico e indispensable.

BIBLIOGRAFÍA

Allen R.G., R.H. Cuenca, M.E. Jensen, W.O. Pruitt, R.K. Blatchlet, J.M. Erpenbeck, E.L. Johns, J.F. Stone, R.D. Burman, R.W. Hill, P.R. Nixon, and J.L. Wright. 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. M.E. Jensen, R.D. Burman, and R.G. Allen Editors. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 70. New York.

Catalán V., E.A.; Sánchez C., I.; Villa C., M.M.; Inzunza I., M.A. y Mendoza M., S.F. 2007. Programa para calcular demandas de agua calendarizar el riego de los cultivos. Folleto técnico 7. INIFAP CENID RASPA. Gómez Palacio, Durango.

Catalán V., E.A.; Villa C., M.M.; Inzunza I., M.A.; Román L., A. y González B., J.L. 2012. Cálculo de demandas de agua y programación del riego de cultivos en Coahuila. AGROFAZ: 12: 123-131.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 2014. Estadísticas del Agua en México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1989. Irrigation water management: Irrigation scheduling. Training Manual No. 4. Rome Italy.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy.

Fox F.A., T.F. Schere, D.C. Slack and L.J. Clark. 1994. Arizona Irrigation Scheduling (AZSCHED Version 1.1E): Users Manual. Cooperative Extension. University of Arizona, Tucson AZ.

Jensen M.E., R.D. Burman 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.

Ojeda B., W., E. Sifuentes I., J.M. González C., J.A. Guillen G. y H. Unland W. 1999. Pronóstico del riego en tiempo real. Centro Nacional de Transferencia de Tecnología de Riego y Drenaje. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.

ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE LA DEMANDA DE QUESO DE LECHE DE CABRA EN LA REGIÓN LAGUNERA

Damián Torres-Hernández, Luis M. Isidro-Requejo, Francisco J. Pastor-López y Homero Salinas-González

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
C. I. R. Norte centro / Campo Experimental La Laguna
Blvd. José Santos Valdez # 1200 Pte., Matamoros, Coahuila
Tel. (01 800) 0882222
torres.damian@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México los sistemas de producción de carne y leche de cabra tradicionalmente han sido una manera de explotar los recursos naturales de baja productividad como son los agostaderos de las regiones áridas y semiáridas (Iruegas *et al*, 1999). La Región Lagunera es una es una zona importante en cuanto a la producción nacional de leche de cabra además de una participación notoria en la economía regional ya que genera autoempleos y por ende ingresos económicos a los productores que en su mayoría se localizan en las áreas rurales de dicha región (Cantú, 2004), sin embargo la actividad pudiera ser más próspera si la leche producida se transformara en productos con valor agregado ya que uno de los problemas arraigados entre los caprinocultores de la región es la falta de conocimientos para la transformación, organización y sobre todo para comercializar la leche (Olhagaray y Espinoza, 2007), la cual solo se entrega a los recolectores particulares quienes la pagan a un precio mínimo y la revenden a otro precio no conocido a las industrias locales que elaboran quesos y cajetas. Según información de FIRA (2014), la demanda de leche de cabra en la región se abastece de la siguiente manera: Chilchota 60%, Coronado 12%, SIGMA 12%, BRICHE 10% y Cajetoso Valenciana 2%; el 4% restante se vende a dulceros y queseros artesanales. La leche que demandan estas empresas es con grasa mayor a 4.5%, proteína mayor a 3.5%, solidos con más de 13%, caseína con más de 2.6% y lactosa con más de 4.6%.

Dado lo anterior, el INIFAP ha realizado investigaciones en los diferentes eslabones de la cadena productiva de caprinos a fin de revalorizar la actividad hacia el desarrollo, la competitividad y el mercado de los productos con valor agregado, de esta manera y como parte de las investigaciones estratégicas se ha considerado realizar un estudio exploratorio para identificar las oportunidades que presentan los mercados de la Región Lagunera para comercializar los quesos artesanales elaborados con leche de cabra.

MATERIALES Y MÉTODOS

De acuerdo con Trespalacios *et al*. (2005), la investigación mediante encuestas se desarrolla en distintas fases consecutivas para poder determinar los resultados y el análisis de la información obtenida (Figura 1):

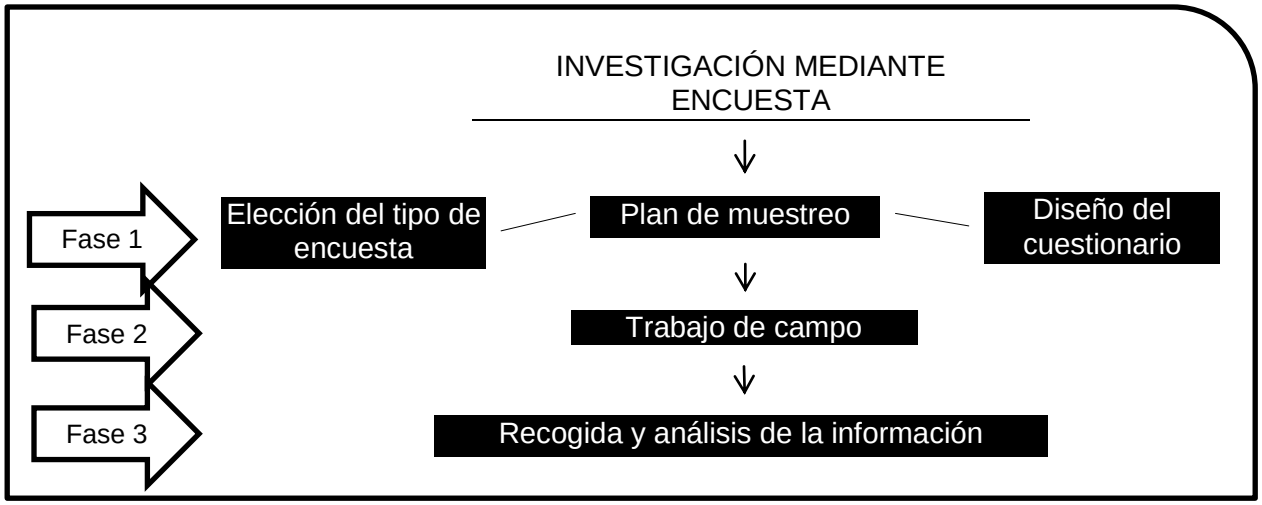


Figura 1. Diagrama de flujo para desarrollar una encuesta

La investigación se llevó a cabo mediante la estructuración y aplicación de dos encuestas realizando recorridos por las plazas de abasto más comunes de la Región Lagunera siendo estas el mercado de ciudad Lerdo así como la central de abastos de Gómez Palacio en el estado Durango, los mercados de: Matamoros, Francisco I. Madero y San Pedro de las Colonia en el estado de Coahuila además de la central de abastos de Torreón y el mercado conocido como plaza abastos, así como también el mercado La Alianza y el Benito Juárez en la misma ciudad. Un primer recorrido se llevó a cabo con la aplicación de una encuesta piloto como prueba para la captura de información suficiente, para posterior contar con una encuesta efectiva y aplicarla en los mercados con mayores oportunidades de comercialización de quesos de leche de cabra.

RESULTADOS Y DISCUCIÓN

Derivado del primer recorrido y la aplicación de la encuesta piloto, los mercados que resultaron con una mayor disposición a comercializar los quesos artesanales elaborados con leche de cabra fueron el mercado La Alianza, la central de abastos y la plaza abastos de Torreón, Coahuila. Por consiguiente, en estos mercados se aplicaron un total de 24 encuestas a los

comercios dedicados a la venta exclusiva de productos lácteos mejor conocidos como “cremerías o queserías” con el objetivo de determinar la demanda de los quesos en mención.

De esta cantidad de encuestas, 15 se aplicaron en las queserías del mercado La Alianza, 5 a las de la central de abastos de Torreón y 4 en los establecimientos de la plaza abastos, dando como resultado que solo 3 de los 24 establecimientos actualmente están comercializando quesos de leche de cabra, donde 2 de estos venden quesos elaborados en la misma Región de estudio mientras que el tercer establecimiento es abastecido con quesos provenientes de la central de abastos del Distrito Federal. Un segundo grupo de 9 establecimientos encuestados mencionaron que actualmente no están vendiendo quesos de leche de cabra pero que en algún momento si los han vendido, el resto de las queserías encuestadas respondieron que en ningún momento han comercializado tales quesos.

De los comercios que actualmente están vendiendo los quesos derivados de la leche de cabra, dos de ellos cuentan con una demanda semanal de 6 y 8 kilogramos de producto ofreciéndolos en presentaciones 300, 400 y 500 gramos al consumidor final, mientras que el tercero es un negocio recién establecido en espera de clientes.

De los 24 establecimientos estudiados, 6 consideran que los consumidores buscan el queso de leche de cabra con frecuencia mientras que 4 indican que los consumidores lo buscan con regularidad, 5 que lo busca raramente y 4 que no es buscado para comprarlo y consumirlo.

Otro dato importante obtenido en la encuesta, es la disponibilidad por parte de las queserías hacia la aceptación de proveedores de quesos elaborados con leche de cabra de la región, donde 14 de los 24 establecimientos están dispuestos a comprar y ofrecer quesos de leche de cabra a los consumidores finales.

CONCLUSIONES

Existe una demanda no abastecida de queso artesanal elaborado con leche de cabra, no habiendo proveedores formales que garanticen un abasto oportuno y sobre todo que garanticen calidad e inocuidad en dicho producto (certificados con las normas de salubridad). Según el estudio, los consumidores de lácteos siguen gustando del queso de leche de cabra a pesar de la escasez del producto.

La investigación sugiere promover la capacitación para elaborar productos con valor agregado como es el queso de leche de cabra y para comercializarlo dado que si es demandado en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

Cantú B., J.E. (2004), Zootecnia de ganado caprino. Cuarta Edición. Departamento de Producción Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila.

FIRA, (2014). Red de valor: Caprinos en Coahuila. Disponible en: https://www.fira.gob.mx/OportunidadNeg/DetalleOportunida.jsp?Detalle=43. Consultado en agosto de 2016.

Iruegas, E.L.F., Castro, L.C.J. y Ávalos, F. L. (1999). Oportunidades de desarrollo de la industria de la leche y carne de cabra en México. IICA. Banco de México, FIRA. Boletín informativo, Núm. 313, volumen XXXII, 8ª época, año XXIX. Morelia, Michoacán.

Olhagaray R., E.C. y Espinoza A., J.J. (2007), Producción y comercialización de la leche de cabra en el GGAVATT-INIFAP "Juan E. García" del municipio de Lerdo, Dgo. México. *In*: Revista Mexicana de Agronegocios [en línea] 2007, Num. Xl (enero-junio). Pp. 308-313. Disponible en: http://www.redalyc.org/pdf/141/14102011.pdf. Consultado en agosto de 2016.

Trespalacios, J.A., Vázquez, R., y Bello, L. (2005). Investigación de mercados. Métodos de recogida de información para la toma de decisiones en marketing. Thomson-Paraninfo, Madrid.

AppCLIMA: APLICACIÓN MÓVIL PARA EL APOYO A PROTECCIÓN CIVIL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

Mario. P. Narváez Mendoza*, Hilario Flores Gallardo, Arturo Corrales Suastegui*, Luis H. Maciel Pérez* y Raúl Vidal García Hernández***

*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
** INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5, Durango, México. C.P. 34170.

INTRODUCCIÓN

Actualmente los dispositivos móviles constituyen una herramienta tecnológica que ofrece al usuario, en un mismo y reducido dispositivo electrónico; funciones de comunicación y procesamientos de datos que van mucho más allá de las simples llamadas telefónicas o la ejecución de aplicaciones básicas (Cartman y Ting, 2009). El uso de esta tecnología permite a protección civil del estado de Aguascalientes, el acceso rápido y eficiente a la base de datos sistematizados de clima y con aplicación inmediata. AppClima constituye una herramienta tecnológica que permite la visualización y uso de información meteorológica en tiempo real, así como conocer con anticipación el pronóstico de clima a corto plazo; lo cual ofrece la certidumbre en la toma de decisiones de protección civil así como en la prevención o mitigación de los efectos posibles de fenómenos meteorológicos adversos; además de la consulta información climatológica y registro de eventos que atiende dicha dependencia. AppClima se presenta como una oportunidad para incorporar mecanismos que faciliten y optimicen la visualización de información meteorológica y registro de eventos con el objetivo de apoyar en la organización de brigadas de auxilio. La utilización de las mejores prácticas en la Ingeniería de Software; para el diseño, desarrollo y automatización de procesos, propios de la aplicación (Idem. 1992). Para asegurar la alineación con una página web que coadyuva a la visualización de información de los mismos por medio de Business Process Management (Harmon P. A. 2007). También se involucró a los usuarios en los procesos de mejora continua, lo cual constituyó una alternativa para elevar la calidad de AppClima y decidir sobre el rumbo futuro que tomará la aplicación móvil.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se generó la aplicación AppClima, como apoyo para protección civil del estado de Aguascalientes, siguiendo el proceso de ingeniería de software (James & Odell, 1994). Como primer paso se realizaron los siguientes estudios: 1) análisis de los estándares de comunicación

de dispositivos móviles, limitaciones y alcances de la tecnología móvil, 2) metodología Business Process Management (BPM), 3) velocidades de Internet, 3) software libre y 4) análisis de factibilidad del sistema operativo (SO) Android e infraestructura de hardware, y 5) software disponible en el Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos del INIFAP. Con la plataforma existente en el LNMySR, se desarrollaron los componentes, módulos, y posteriormente se integraron (Murphy, 2009). En este modelo, la integración de subsistemas es parte del proceso de desarrollo, más que una actividad separada (Senn, 1987). De esta manera se redujeron los costos y riesgos, permitiendo un desarrollo eficiente de la aplicación (Long, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

AppClima

Se obtuvo la aplicación móvil AppClima en sistema operativo Android, dirigida a personal de Protección Civil, que además de contar con la opción de registrar eventos que atiende dicha dependencia y reporta las anomalías en los datos de las estaciones y/o fallas en la aplicación (Figura 1 y 2). Permite la visualización de manera intuitiva (amigable o de fácil interpretación) de las variables meteorológicas: precipitación, temperatura máxima y mínima, humedad relativa, radiación global, magnitud y dirección del viento, registradas cada 15 minutos. También se visualiza la precipitación acumulada, temperatura máxima y mínima del día, del mes e históricos del mes; así como la anomalía de precipitación del mes y el pronóstico meteorológico a un periodo de cinco días con base en datos históricos obtenidos de la Red de Estaciones Agrometeorológicas del INIFAP en el estado de Aguascalientes.

Figura 1. Registro de eventos Protección civil.

COORDINACIÓN ESTATAL DE PROTECCIÓN CIVIL AGUASCALIENTES

Reporte de Emergencias - Protección Civil Aguascalientes (AppClima)

No.	Fecha	Reporte	Latitud	Longitud
1	2016-03-04T15:20:00	Incendio	2.216370950000000e+001	-1.022950204000000e+002
2	2016-03-05T8:25:00	Explosión	2.216370950000000e+001	-1.022950204000000e+002
3	2016-04-04T6:10:00	Derrame-M.peligroso	2.216370950000000e+001	-1.022950204000000e+002
4	2016-04-05T16:20:00	Choque vehiculo	2.216370950000000e+001	-1.022950204000000e+002
5	2016-04-05T11:30:00	Choque vehiculo	2.216370950000000e+001	-1.022950204000000e+002
6	2016-03-04T15:20:00	Incendio	2.216370950000000e+001	-1.022950204000000e+002
7	2016-03-05T8:25:00	Explosión	2.216370950000000e+001	-1.022950204000000e+002
8	2016-04-04T6:10:00	Derrame-M.peligroso	2.216370950000000e+001	-1.022950204000000e+002
9	2016-04-05T7:20:00	Choque vehiculo	2.216370950000000e+001	-1.022950204000000e+002
10	2016-04-05T11:30:00	Incendio	2.216370950000000e+001	-1.022950204000000e+002
11	2016-06-08T16:56:00	Inundación	2.066781730000000e+001	-1.014212669000000e+002

Figura 2. Generación de eventos Protección civil.

El uso de esta aplicación traerá en un futuro inmediato a la institución de Protección Civil de Aguascalientes mejorar la planeación en la logística de auxilio para determinados eventos extremos donde se tenga identificado la influencia de fenómenos meteorológicos extremos con base a los registros que se realicen. La descarga e instalación de la aplicación (Disponible en Google Play ®) y uso de la aplicación trajo como resultado; un número considerable de usuarios, que utilizan la aplicación de manera constante 1.1 (Figuras 3 y 4).

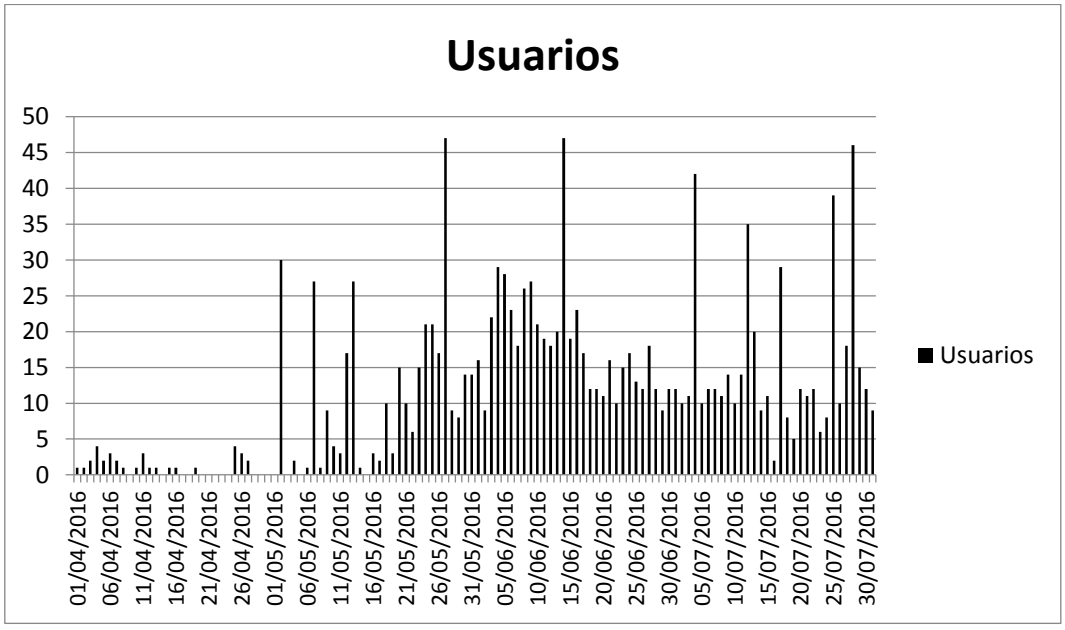


Figura 3. Cantidad de usuarios diarios de la aplicación durante el periodo de 01 de mayo 2016 al 31 de julio 2016.

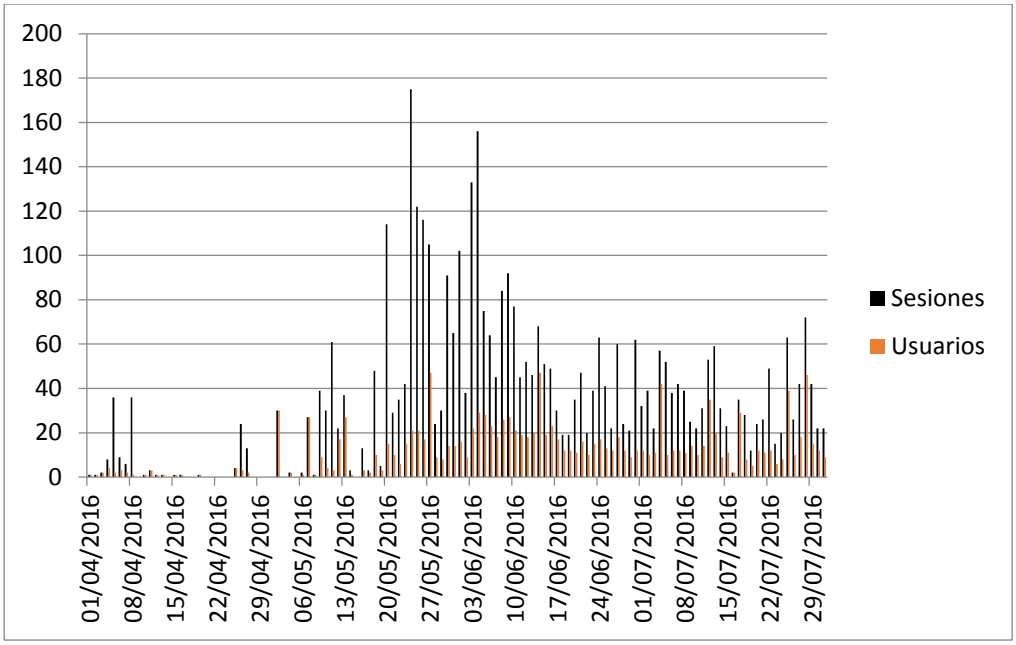


Figura 4. Cantidad de usuarios diarios de la aplicación durante el periodo de mayo 2016 al 31 de julio 2016.

CONCLUSIONES

- El manejo de la aplicación por parte de protección civil del estado de Aguascalientes, para apoyar en sus actividades por medio de registro y generación de reportes de dichos eventos, ha traído una respuesta favorable, y la toma de decisiones de dicha dependencia.

- Provee datos meteorológicos, climatológicos y pronósticos para la región del estado, provista por El LNMySR, a través de dispositivos móviles con SO Android versión 4.0 ó superior.

- AppClima implementa las tecnologías más recientes en la comunicación de los procesos internos, que facilitan su manejo, haciéndolo adecuado y amigable para el usuario.

BIBLIOGRAFÍA

Cartman J. and R. Ting. 2009. Strategic Mobile Design: creating engaging experiences. New Riders, Peachpit a division of Pearson Education. Berkeley, California, USA. 162 p.

Harmon P. A. 2007. A Guide for Business Managers and BPM and Six Sigma Professionals. Second Edition. USA: Elseivier. 592 p.

Idem. 1992. Análisis y Diseño de Sistemas de Información. McGraw Hill. México.

Long, Larry. 1995. Introducción a las Computadoras y al Procesamiento de Información. Prentice Hall. México.
Martin, James & Odell, James. 1994. “Análisis y Diseño Orientado a Objetos”. Prentice Hall. México.
Murphy, Mark 2009. Beginning Android (1ª edición). Apress. ISBN 1430224193.
Senn, James. 1987. Análisis y Diseño de Sistemas de Información. McGraw Hill. México.

PRONTER: ESTIMACIÓN DEL TIEMPO TÉRMICO Y FENOLOGÍA DE CULTIVOS AGRÍCOLAS

Mario. P. Narváez Mendoza Mendoza*, Hilario Flores Gallardo, Arturo Corrales Suastegui*, Luis A. González Jasso* y Raúl Vidal García Hernández***

*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
** INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5, Durango, México. C.P. 34170.

INTRODUCCIÓN

Los rápidos avances en los desarrollos tecnológicos permiten encontrar amplias posibilidades de innovación dirigidas a la agricultura para incorporarlas en los diseños y en sus prácticas que involucran toma de decisiones con gran importancia para el adecuado desarrollo y producción de los cultivos, lo cual es un reto grande que se debe afrontar. En México las aplicaciones para dispositivos móviles que apoyen a la toma de decisiones en el campo, son incipientes, nulas o inexistentes. De ahí la importancia y necesidad de desarrollar aplicaciones agrometeorológicas para dispositivos móviles orientadas al apoyo de manera positiva y constructiva en la toma de decisiones en el ámbito agropecuario (Delgado *et al*., 2006). La aplicación informática PRONTER generada para utilizarse en dispositivos móviles con sistema operativo Android (teléfonos inteligentes o tabletas), la cual muestra información de la fenología de cultivos de frijol, maíz y papa (dependiendo de la variedad, híbrido y duración de su ciclo biológico: precoz, intermedio o tardío) con una representación esquemática de las etapas de desarrollo y sus grados día (°D) desarrollados así como los grados día (Σ°D) acumulados para alcanzar la madurez del cultivo. Adicionalmente permitirá alertar al usuario sobre la exposición del cultivo a temperaturas extremas (bajas o altas) que pueden afectar el desarrollo del mismo, con la finalidad de tomar medidas preventivas o correctivas en el manejo agronómico y con la finalidad de apoyar en la toma de decisiones para la aplicación de riegos, fertilizantes, agroquímicos para controlar plagas y enfermedades. Para realizar el pronóstico de °D, se requiere la información de una estación agrometeorológica de la red nacional del INIFAP, para obtener las estimaciones correspondientes en determinado cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

PRONTER se construye mediante la metodología de planeación estratégica, para obtener el propósito y los procesos necesarios para alcanzar el objetivo de la aplicación. Se describen cada uno de los procesos que permitirán describir todos los aspectos del sistema a construir,

apoyado en una metodología denominada Business Process Management "BPM" (Harmon, 2007). Con el propósito de tener un conocimiento pleno de la modelación del proceso en Gestión, para la automatización de dichos procesos en la etapa de Desarrollo; se utilizará la metodología BPM, cuya efectividad ha sido comprobada en la práctica internacional.

Actividad 1.- Análisis y planeación

En esta fase se consideraron las capacidades de procesamiento en la información de los protocolos de comunicación, para asegurar la correcta visualización de los datos. Ya que un inadecuado procesamiento de estos, afecta el desempeño de la aplicación móvil (Senn, 1987). Otra situación importante fue hacer eficiente la interacción, entre la Base de Datos y la aplicación móvil, para esto se contó con los procesos necesarios de interacción; que brindan los datos a la aplicación móvil (Hech, 2002).

Actividad 2.- Diseño

Se modelaron y corrigieron los procesos a lo largo de la actividad de diseño, para evaluar la calidad de los procesos de la aplicación móvil con un conjunto de revisiones técnicas con la finalidad de garantizar que todos los procesos fueran eficientes (Long, 1995).

Actividad 3.- Desarrollo

En esta fase se tuvo el objetivo de asegurar una producción eficaz y eficiente del producto, utilizando los procesos modelados en la fase de Diseño. Para llevar a cabo la codificación de la misma, se elige el lenguaje Java y Swift, que brindan todas las facilidades y prestaciones para trasladar los procesos modelados a un entorno de programación eficiente y confiable.

El uso de estás metodologías orientadas a objetos junto con los métodos de descripción formal se revelaron como una forma prometedora de tratar la complejidad de los sistemas en los dispositivos móviles, son altamente complejos, puesto que estas metodologías están actualmente bien soportadas por un conjunto de herramientas que permiten la especificación, simulación y validación de los aspectos funcionales de estos sistemas.

No obstante, la mayoría de estas metodologías no tienen en cuenta los aspectos no funcionales tales como la interacción con los dispositivos físicos y las restricciones de tiempo real que son especialmente importantes en el contexto de este tipo de sistemas.

La metodología presta especial atención a la transición del modelo de objetos al modelo de tareas, teniendo en cuenta aspectos en tiempo real y de integración con los dispositivos físicos.

En el desarrollo de esta aplicación móvil se plasma la integración de las siguientes fases del ciclo de vida del software: 1) Análisis, 2) Diseño, 3) Desarrollo, 4) Pruebas e implementación de las aplicaciones para dispositivos móviles que sea de calidad, cumpliendo plazos y costos.

Actividad 4.- Pruebas e implementación (Fase I)

En esta fase se realizó un diagnóstico constante de errores en el código. Para asegurar que se evite la presencia de algún problema, para identificar, evaluar y corregir, para posteriormente implementar las correcciones en las futuras versiones de PRONTER. Al tener una cantidad mínima de bugs, se considerará a la aplicación como estable (Idem. 1992).

Demostrar en diferentes escenarios que la aplicación no contenga errores o respuestas inesperadas. Así mismo se administren los activos de la aplicación móvil de forma eficaz y puntual para asegurar el buen funcionamiento de la misma. Si existiese algún problema es importante identificarlo, evaluarlo y corregirlo para posteriormente implementar las correcciones en la App.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PRONTER

El desarrollo de la versión Beta de PRONTER fue con base al monitoreo de usuarios de la aplicación ClimaInifap, para visualizar las edades y sesiones de los mismos, y construir aplicaciones que sean dirigidas a estos sectores. Estas estadísticas utilizadas en el diseño y desarrollo de PRONTER, se obtuvieron a través de Google Analytics (Figura 2). El pronóstico mostrará el desarrollo del cultivo desde la emergencia (definiendo su siembra) hasta la madurez para estimar su cosecha y manejo agronómico durante su ciclo agrícola. Lo anterior, con la selección de información climática representativa o cercana a la parcela del productor que permita estimar los °D con los datos climáticos de temperaturas (máxima, media y mínima) permitiendo tomar decisiones oportunas en el manejo del cultivo, como aplicación de insumos y realización de labores agronómicas. La tecnología es aplicable en las áreas donde se establezcan los cultivos de maíz, frijol y papa en los ciclos primavera-verano (P-V) y otoño-invierno (O-I) según sea el caso, los cuales cuenten con información de una estación agrometeorológica representativa, de manera que con esta información se elaboren los pronósticos de °D y su fenología con respecto a la fecha de siembra e informar sobre temperaturas extremas que puedan afectar el desarrollo del cultivo.

a) b)

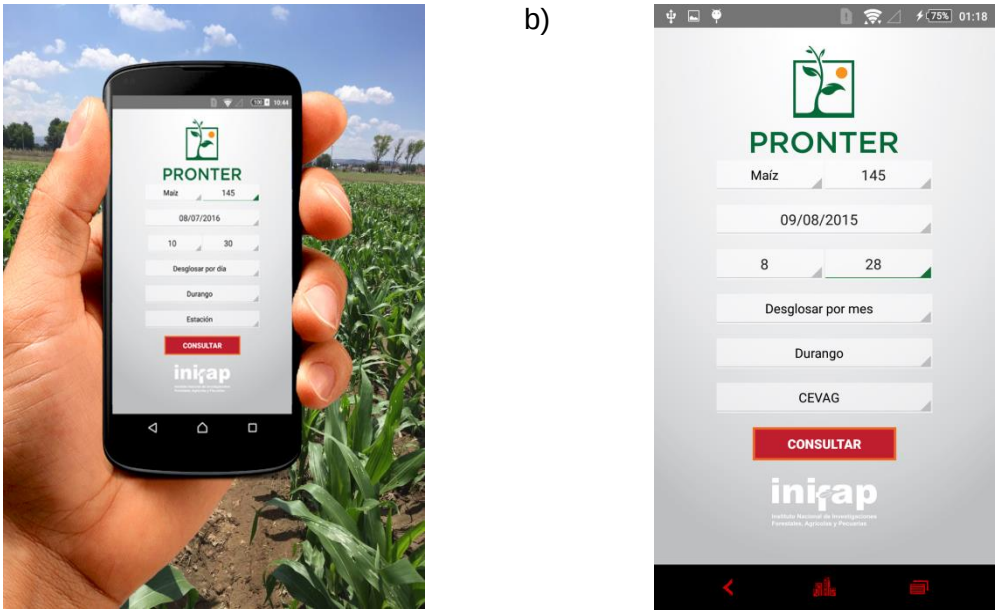


Figura 1. Pantalla de bienvenida de PRONTER (a) y despliegue de datos para realizar la consulta de fenología con base al tiempo térmico del cultivo (b).

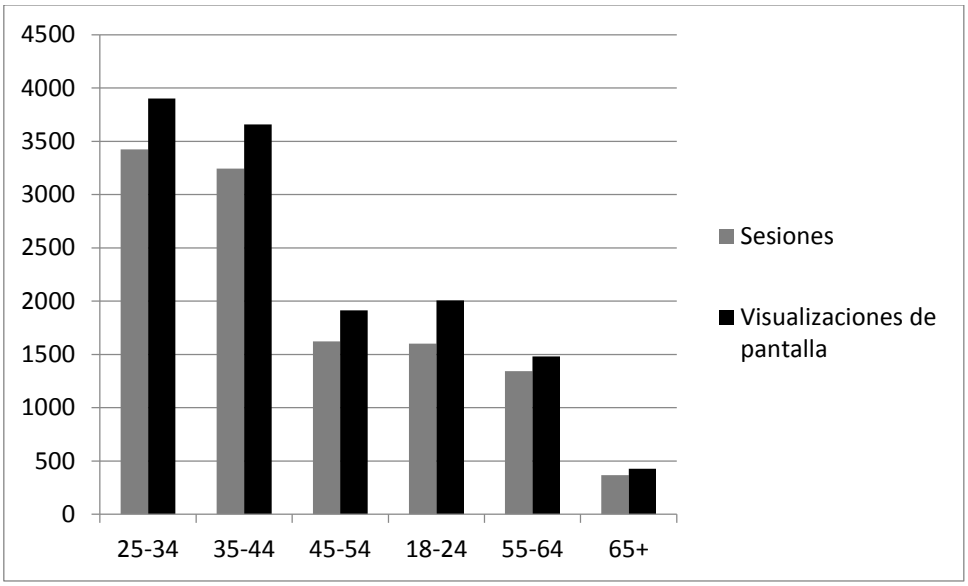


Figura 2. Edades y sesiones de los usuarios diarios de la aplicación durante el periodo 1 de enero 2016 al 31 de julio 2016.

CONCLUSIONES

- La versión Beta PRONTER se muestra estable en la comunicación y consulta de la información.

- La aplicación monitorea las fallas de los usuarios, por medio de los procesos de seguimiento de los mismos, lo cual permite identificar los errores para realizar correcciones de manera oportuna.

- PRONTER implementa las tecnología que facilita su manejo, haciéndolo adecuado y amigable para el usuario.

BIBLIOGRAFÍA

Delgado J. M., C. Giraldo, A. F. Millan, C. Zuniga y J. Abadia. 2006. Desarrollo de un software web y móvil para la gestión de información de campo de cultivos agrícolas (AgrocomM). Sistemas y telemática 113-124.

Harmon P. A. 2007. A Guide for Business Managers and BPM and Six Sigma Professionals. Second Edition. USA: Elseivier. 592 p.

Hech, J.A. 2002. Business Continuity Management. Communications of the AIS, Vol 8, artículo 30.

Idem. 1992. Análisis y Diseño de Sistemas de Información. McGraw Hill. México.

Long, Larry. 1995. Introducción a las Computadoras y al Procesamiento de Información. Prentice Hall. México.

Senn, James. 1987. Análisis y Diseño de Sistemas de Información. McGraw Hill. México.

APLICACIÓN DEL SOFTWARE IRRINET PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA DEL CULTIVO MAÍZ FORRAJERO

Gerardo Delgado Ramírez[1], Miguel Rivera González[1], Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1], Hilario Macías Rodríguez[1] y Ernesto Alonso Catalán Valencia[1].

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA; INIFAP). Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo., México.
delgado.gerardo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La eficiencia de riego a nivel parcelario en los distritos de riego del norte del país oscila entre 40 y 60% con eficiencias globales no mayores al 40% (CNA, 2008). Estos mismos resultados presentó Delgado, *et al.* 2013, en una evaluación de la eficiencia global de riego en sistemas tipo válvulas alfalferas. El origen de estas bajas eficiencias, es que el usuario no realiza una programación de riego bajo un soporte técnico, debido principalmente por la complejidad de las metodologías de cálculo o simplemente por falta de conocimiento. De ahí la importancia de generar un software que facilité el cálculo y programación del riego con el propósito de optimizar el recurso agua, y a su vez incrementar la productividad y rentabilidad del cultivo.

El software IRRINET consiste de un sistema de cómputo interactivo en línea para estimar las demandas de agua de los cultivos y auxiliar al usuario para que decida, con base a criterios técnicos, cuánta agua aplicar y el momento oportuno para aplicar los riegos (www.cenidraspa.org). El sistema accede a la información de la Red de Estaciones Climatológicas Automáticas operadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas y Aguascalientes.

El software aplica las metodologías recomendadas por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para estimar la evapotranspiración de los cultivos (FAO, 1998), y programar los riegos en base al clima, tipo de cultivo, suelo, y sobre todo el manejo del riego propuesto por el usuario.

El presente trabajo consistió en validar el software IRRINET para determinar el consumo y programación del riego del maíz forrajero con el propósito de optimizar el recurso hídrico sin disminuir la productividad del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La aplicación del software IRRINET se realizó en un predio agropecuario de la Región Lagunera de Coahuila, ubicado geográficamente a una latitud note de 25º 46' 58" y una longitud oeste de 103º 18' 58" a una altura de 1110 msnm. El predio dispone de un sistema de riego tipo válvula alfalfera, el cual tiene capacidad de irrigar 64 ha, este es abastecido por agua de bombeo, el cual tiene un gasto de extracción de 40 lps. También cuenta con un estanque con capacidad de almacenamiento de 9,000 m^3. El sistema de riego es abastecido por un rebombeo de 40 hp, el cual opera un gasto de 120 lps con 18 m de carga total dinámica.

El software IRRINET se validó en cuatro melgas del predio con una superficie total de una hectárea. Las melgas tienen una longitud promedio de 124.4 m y un ancho de melga de 20 m. Además, presentaron una pendiente longitudinal de 2.0 cm por cada 100 m de longitud de melga.

Se sembró maíz forrajero durante el ciclo primavera – verano con la finalidad de producir silo para la complementación de la ración alimenticia del ganado lechero. El híbrido utilizado fue 6806 ABT (amarillo) con una densidad de siembra de 105 mil plantas por hectárea; la separación entre hilera fue de 76 cm y entre planta 12.5 cm, dando ocho plantas por metro lineal. La siembra se realizó en la primera semana de abril. Con respecto a la fertilización se aplicaron 200 kg de nitrógeno distribuidos de la siguiente manera: 100 kg en la siembra y el resto en el primer riego de auxilio. La fuente de fertilizante fue Urea (46-00-00).

Para la aplicación del software IRRINET se realizaron las siguientes actividades:

1) Muestro de Suelo. Se realizó un muestreo compuesto a cuatro estratos de profundidad, con la finalidad de analizar las propiedades físicas para determinar la capacidad de retención de humedad del suelo (NOM-021-SEMARNAT-2000); y con ello, la programación de los riegos con base al clima local (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características físicas de suelo del área de validación del software IRRINET.

Profundidad	0-30	30-60	60-90	90-120
Arena (%)	17	9	9	9
Limo (%)	38	40	38	44
Arcilla (%)	45	51	53	47
Textura	Arcillosa	Arcillosa Limosa	Arcillosa	Arcillosa Limosa
Materia Orgánica (%)	3.12	1.90	1.29	1.09
Capacidad de campo (%)	41.05	42.40	43.64	43.09
Punto de marchitez permanente (%)	25.48	24.54	25.22	24.62
Porcentaje de saturación (PS)	63	66	66	65

2) Programación y Calendarización de los Riegos. Para esto, se utilizó el software IRRINET (www.cenidraspa.org), en el apartado DRIEGO, el cuál estima las demandas de agua y programa el riego de cultivos, este fue generado por el personal del CENID-RASPA INIFAP (Catalán, 2005).

La información requerida por el software para realizar la programación del riego fue la siguiente:

- Entidad federativa donde se tiene establecido el cultivo = Coahuila de Zaragoza.
- Ubicación de la estación climatológica más cercana al sitio de interés = El Porvenir.
- Cultivo establecido = Maíz Forrajero.
- Fecha de siembra = 06 de Abril
- Ciclo vegetativo = 103 días.
- Altura máxima del cultivo = 2.5 m.
- Tipo de datos de suelo (constantes de humedad, ver Cuadro 1).
  Profundidad de riego = 120 cm.
  Perfil de suelo = Estratificado.
  Número de estratos = 4.
- Sistema de riego = Melgas.
  Fracción de terreno humedecido = 1.
  Tipo de control de riego = Abatimiento humedad aprovechable (HA).
  Etapa 1: 21 días = 55% HA.
  Etapa 2: 27 días = 58 % HA.
  Etapa 3: 34 días = 65 % HA.
  Etapa 4: 21 días = 55% HA.
  Total = 103 días
  Humedad inicial = 0.

3) Cálculo del tiempo de riego. Al determinar la lámina de riego neta proporcionada por el software, se determinó la lámina de riego bruta aplicar a la melga, para lo cual se utilizó la siguiente expresión:

$$Lr_b = \frac{Lr_n}{Ef}$$

Dónde:

Lr_b = Lámina de riego bruta (cm).

Lr_n = Lámina de riego neta, calculada en el software IRRINET (cm).

Ef = Eficiencia de riego (Adimensional).

Como el predio dispone de un sistema de riego tipo válvulas alfalferas, por tanto, se consideró una eficiencia de riego de 80%, el cual reporta Delgado *et, al*. 2013 como eficiencia potencial del sistema. Posteriormente, se calculó el tiempo de riego para cada melga con la siguiente ecuación:

$$Tr = \frac{(A * Lr_b)}{(Q * 6)}$$

Tr = Tiempo de riego (minutos).

A = Área de la melga o tendida (m^2).

Lr_b = Lámina de riego bruta (cm).

Q = Gasto de operación (lps).

Los tiempos de riego se calcularon para cada evento de riego, y se verificaron en campo conjuntamente con el regador del predio.

3) Monitoreo del contenido de humedad del suelo. Este se realizó bajo el método gravimétrico. La muestra de suelo fue secada en un horno a una temperatura de 105ºC a peso constante, en un tiempo aproximado de secado de 26 horas. Esta actividad se realizó durante el riego de presiembra y los dos primeros riegos de auxilio, se muestreo antes y después del riego. Para ello, se muestrearon cuatro sitios a lo largo de la melga a estratos de profundidad de 0-30; 30-60; 60-90; y 90-120 cm. Esto se realizó para evitar percolación del agua de riego y sobre todo asegurar que el agua aplicada fuera consumida por el cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En una primera instancia, se presentan los datos promedio por mes de las variables climáticas utilizadas en el software IRRINET para determinar el consumo de agua del cultivo de maíz (Cuadro 2) durante el ciclo vegetativo del cultivo (06 de abril a 18 de julio). Donde se observa que el mes de mayor temperatura máxima y promedio es el mes de junio.

Cuadro 2. Variables climáticas promedio utilizadas por el software IRRINET para el cálculo de consumo de agua del cultivo maíz (período abril a julio).

Mes	Temp. Max (^oC)	Temp. Min (^oC)	Temp. Prom (^oC)	Hum. Relativa (%)	Rad. Solar (wm^{-2})	Vel. Viento ($kmhr^{-1}$)	Precipitación Acum. (mm)
Abril	32.1	14.0	23.2	25.3	600.2	4.8	0.0
Mayo	33.3	16.2	24.7	35.4	607.3	3.6	34.8
Junio	34.6	21.2	27.8	46.6	559.4	3.7	68.6
Julio	33.5	22.0	27.7	40.6	577.6	4.2	3.0

En el Cuadro 3 se presenta el calendario de riego proyectado por el software IRRINET, el cual propone un riego de presiembra y cuatro riegos de auxilio, esto en base al uso consuntivo o evapotranspiración del cultivo, propiedades físicas del suelo, ciclo vegetativo, fecha de siembra etc.

Cuadro 3. Calendario de riego proyectado por el software IRRINET para el cultivo de maíz.

Riego	Intervalo de Riego (días)	Lámina de riego (cm)	Lámina de riego acumulada (cm)	Abatimiento de HA (%)
Presiembra	0	16.2	16.2	100.0
1er. Auxilio	40	9.5	25.7	58.9
2º. Auxilio	28	10.6	36.3	65.4
3er. Auxilio	15	9.4	45.7	58.0
4º. Auxilio	23	9.1	54.9	56.5

En el Cuadro 4 se presenta el comparativo de la parcela validada con el software IRRINET y la parcela testigo (manejada por el productor), donde el regador era el tomador de decisión del cuánto regar, su criterio de corte de riego era cuando el agua cubría al 100% la superficie de la melga, no tomaba en cuanta el gasto del sistema y la superficie a regar, en cambio la parcela de validación, el criterio de corte de riego fue precisamente el tiempo de riego, donde se consideró principalmente la lámina de riego neta proporcionada por el software IRRINET. De ahí la diferencia en los rendimientos de cultivo, donde la parcela de validación presentó un incremento del 7.5% en el rendimiento promedio por hectárea del maíz forrajero (verde) con respecto al testigo. Esto significó una ganancia de $2,280.00 por hectárea.

Cuadro 4. Comparación de resultados entre la parcela validada por el software IRRINET y parcela testigo.

	Parcela Validación IRRINET	Parcela Testigo
Fecha Cosecha	18 de Julio	
Ciclo vegetativo (días)	103	
No. Riegos	Presiembra + 4 auxilios	
Lámina de Riego Bruta (cm)	69.0	60.0
Rendimiento forraje verde (ton ha^{-1})	51.0	47.2
Rendimiento materia seca (ton ha^{-1})	17.8	16.5

CONCLUSIONES

El software IRRINET facilita el cálculo y programación del riego de los cultivos, además garantiza que las láminas e intervalos de riego cubren las necesidades hídricas del cultivo en

todo su ciclo vegetativo (desde la siembre hasta la cosecha. Para optimizar el recurso hídrico e incrementar la productividad del cultivo, es importante aplicar el riego considerando los siguientes factores: consumo de agua por el cultivo, tipo de suelo, tipo de sistema de riego, tiempos de riego, etc.

BIBLIOGRAFÍA

Catalán, V. E. A. 2005. Aplicación Computacional en Red para la Estimación de las demandas de Agua y la Calendarización de los Riegos de los Cultivos en los Distritos de Riego del País. AGROFAZ 5.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 2008. Estadísticas del Agua en México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.

Delgado, R. G., J. Estrada Á., R. Trucíos C., M. Rivera G., y E. A. Catalán V. 2013. Metodología para la Evaluación de la Eficiencia Global de Riego en Sistemas Tipo Válvulas Alfalferas: Caso Región Lagunera. Revista Chapingo. Vol. XIII. No. 1. Enero-Junio 2013.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1998. Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, Italy.

NOM-021-SEMARNAT.2000. Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=717582&fecha=31/12/2002

DISEÑO DE UN CIRCUITO ELECTRÓNICO PARA EL CONTEO DE SEMILLAS EN TARJETA ARDUINO MEGA

Raúl Vidal García Hernández[1], Miguel Ángel Galaviz Cleto[2], Francisco Garibaldi Márquez[1], Mario P. Narváez Mendoza[1] y Esteban Salvador Osuna Ceja[1].

[1]Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes, INIFAP. Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas. Apartado Postal 20. CP. 20660, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México.

[2]Universidad tecnológica del norte de Aguascalientes, UTNA. Avenida Universidad N.100, Estación Rincón, Rincón de Romos, Aguascalientes, México. C.P. 20400.

INTRODUCCIÓN

El diseño de una tarjeta con microcontroladores tiene mayor sencillez en su lenguaje de programación, amplia gama de periféricos, buena calidad y bajo costo. Se ha previsto que el mercado del automóvil, a pesar de la ralentización que está sufriendo desde 2008, seguirá a la cabeza en el consumo de µCs en 2009, acaparando un 30% del mercado disponible (Agilent Technologies, 2010). De acuerdo con Jiménez y Rivero (2006) la mayoría de las tarjetas de adquisición de datos comerciales son de aplicación específica, esto es, operan adquiriendo y enviando información por medio del puerto serie, paralelo, USB o por puertos ISA y PCI.

Murillo (2014) menciona que una de las principales razones para utilizar Arduino en proyectos de automatización de pequeña escala se encuentra en las capacidades del hardware y sus costos. Se sabe que los Arduinos de gama alta poseen prestaciones superiores de procesamiento que muchos nano PLC, poseen una cantidad elevada de entradas y salidas suficiente para automatizar procesos pequeños, soportan gran número de protocolos abiertos de comunicación, existe mucha oferta de tarjetas de expansión para soportar todo tipo de sensores, etc., todo esto a un precio reducido comparado con la contraparte comercial. Arduino es una plataforma abierta de prototipado electrónico que posee un software flexible y fácil de usar. La tarjeta puede obtener información del entorno mediante una variedad de sensores, motores y otro tipo de actuadores. El lenguaje de programación del Arduino está basado en C/C++, y los programas pueden ejecutarse de forma autónoma o comunicarse con un ordenador (Gil *et al*., 2014).

Arduino permite diseñar experimentos de control realmente sofisticados, donde se puede programar esquemas de control tan complicados como quiera (Peidró, *et al*., 2014). El objetivo fue diseñar un circuito electrónico con tarjeta Arduino Mega para el conteo de semillas mediante un sensor y un sistema de transporte por vibración. Además de realizar de manera precisa el

conteo de semillas mediante un dispositivo automatizado y tenga registros de la información en una base de datos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo un algoritmo de programación es necesario tener en cuenta la lógica del proceso que se quiere ejecutar, en este caso se realiza un diagrama de flujo el cual permitirá identificar cada una de las etapas de dicho proceso, además de las funciones que sean necesarias (Figura 1).

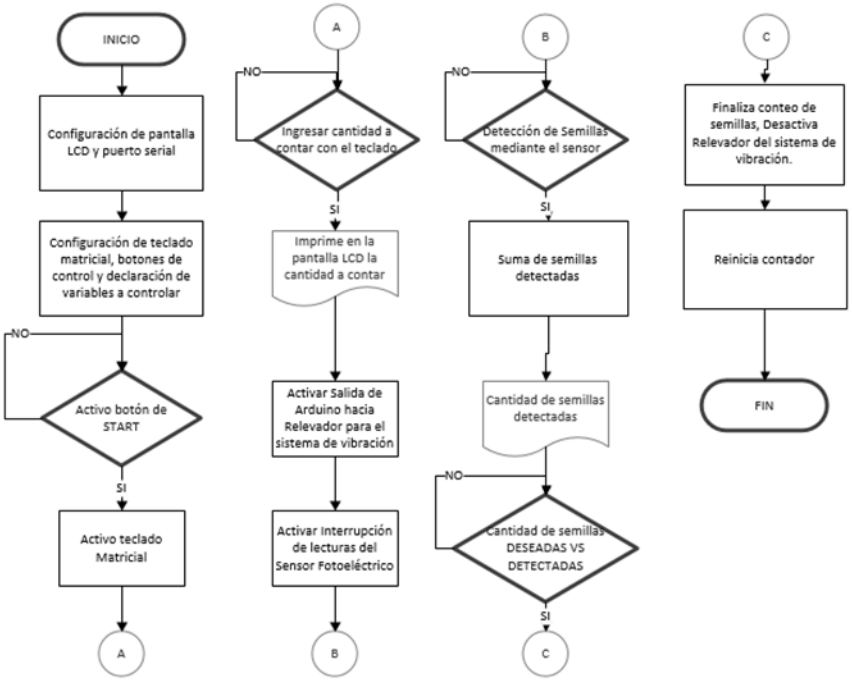


Figura 1. Diagrama de Flujo

Una vez determinadas las etapas del proceso en el diagrama de flujo, se seleccionaron los dispositivos y componentes los cuales facilitarán controlar el algoritmo de programación.

Tarjeta Arduino Mega

Es un hardware libre de bajo costo fácilmente programable en lenguaje C/C++. Ofrece librerías para comunicación serial y conversor Analógico-Digital. Tiene 54 pines de entradas /salidas digitales, 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos serie), una memoria flash de 256 KB, una frecuencia de reloj de 16 MHz y un puerto USB para conectarlo a cualquier computadora (Soriano *et al.,* 2013).

Dosificador de semillas

Para realizar ésta función se utilizó un vibrador ***Syntron Electromagnetic Vibrator V-50***. Los modelos V-50 son vibradores de impacto "sólidos". Estas unidades utilizan un bloque de metal para producir un impacto positivo. Dicho vibrador electromagnético es el que se encarga de crear el movimiento para que las semillas vayan avanzando de manera ordenada mediante el dosificador de semillas (Handling, 2014).

Sensor Fotoeléctrico

Los sensores fotoeléctricos **BEN500-DDT** se usan para detectar el nivel de luz y producir una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luz detectada (figura 2A). Un sensor de luz incluye un transductor fotoeléctrico para convertir la luz a una señal eléctrica y puede incluir electrónica para condicionamiento de la señal, compensación y formateo de la señal de salida (figura 2B).

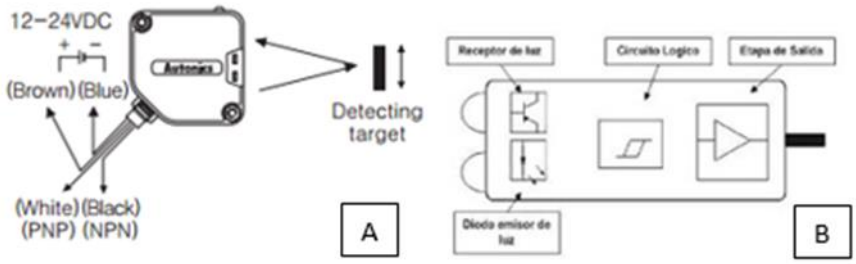


Figura 2 A y B. Sensor Fotoeléctrico Autonics Modelo BEN500-DDT

Desarrollo del Algoritmo de programación

Para controlar cada uno de los componentes conectados a la tarjeta Arduino, se creó el algoritmo de programación mediante el software IDE de Arduino.

Inicialmente se programó con la declaración de las librerías, también se encuentra la declaración de variables y pines utilizados, la sección del "*void setup*" se encuentran todas las configuraciones relacionadas a la selección de estado de los pines, así como las rutinas del programa que sólo se ejecutan una vez, después de esto, se encuentra la sección del "*void loop*" y el programa principal, el cual se ejecutará una vez cumpliendo la primer condición, en esta misma sección se tienen las sentencias relacionadas a la impresión de los datos en el monitor serial también en la pantalla LCD, después se realizó la configuración del teclado matricial, el cual permite al usuario ingresar la cantidad de semillas a contar, dentro de la

sección "*void sensor*" se desarrolló la configuración de la interrupción principal, encargada de detectar cuando el sensor cambia de estado, permitiendo la suma consecutiva de cada una de las semillas que pasan por el conducto, por último se encuentra la sección "*void reset*", esta sección está encargada limpiar los registros anteriores, reiniciar el conteo y borrar los datos de la pantalla LCD (Figura 3A).

Por otra parte, se agregó en el programa una condición que delimita el funcionamiento del dosificador de semillas para que este se active cuando el operario inicie el programa una vez delimitado el conteo de semillas y a su vez desactivar este cuando el conteo de semillas sea igual al anteriormente ingresado (Figura 3B).

```
#include <Keypad.h>

#include <Wire.h>

#include <LCD.h>

#include
<LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C
lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6,
7);

//----Declaración de
Variables------------

int reset2;

char reset_serial;

int control;

int contador = 0;

int n = contador;

int h = 0;

boolean listo = false;

long T0 = 0;

int reset = 22;

int start = 23;

int rele = 12;

//Config del Teclado

const byte filas = 4;

const byte colum = 4;

char botones[filas][colum]
= {

  {'1', '2', '3', 'A'},

  {'4', '5', '6', 'B'},

  {'7', '8', '9', 'C'},

  {'*', '0', '#', 'D'}

};
```

```
byte pinesFila[filas] = {4,
5, 6, 7};

byte pinesColu[colum] = {8,
9, 10, 11};

Keypad teclado = Keypad(
makeKeymap(botones),
pinesFila, pinesColu,
filas, colum );

int numTeclado()

{

  int num = 0;

  contador = 0;

  char key =
teclado.getKey();

  while (key != 'A'){

    switch (key){

      case NO_KEY:

        break;

      case '0':

      case '1':

      case '2':

      case '3':

      case '4':

      case '5':

      case '6':

      case '7':

      case '8':

      case '9':

        lcd.print(key);

        num = num * 10 +
(key - '0');

        break;
```

```
      case 'B':

        num = 0;

        lcd.clear();

      lcd.setCursor( 10,1);

       lcd.print("CT:");

        break;}

 key = teclado.getKey();}

return num;}

String formato(int num) {

 String resultado = "";

  if (num < 10)

    resultado = "0" +
String(num);

  else

    resultado =
String(num);

  return resultado;}

void setup(){

// configuro modo de pines-

  Serial.begin(9600);

  pinMode(3, INPUT);

  digitalWrite(3, LOW);

  pinMode(start, INPUT);

  pinMode(reset, INPUT);

  attachInterrupt( 1,
sensor, CHANGE);

  pinMode(12, OUTPUT);

  digitalWrite(12, LOW);

  //-----------------------
```

```
  lcd.setBacklightPin(3,
POSITIVE);

  lcd.setBacklight(HIGH);

  lcd.begin(16, 2);}

void configurar() {

  contador = 0;

  lcd.clear();   // Limpia
la pantalla

  lcd.setCursor( 10, 1);

  lcd.print("CT:");

  lcd.setCursor(13, 1);

  h = numTeclado();

  digitalWrite(rele, HIGH);

  Serial.print(h);

  listo = true;}

void loop(){

  lcd.print("Presiona Boton
de Inicio");// Imprime
Texto en LCD screen

  for (int positionCounter
= 0; positionCounter < 16;
positionCounter++){

lcd.scrollDisplayLeft();

 delay(100);}

  lcd.clear();   // Limpia
la pantalla

  int  botonestado2 =
digitalRead(start);

  control = Serial.read();

  while ( control == 's' ||
botonestado2 == HIGH)

  {

    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.print("Conteo
Semillas");

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.print("Total=");

    if (n != contador);{

      lcd.setCursor(6 , 1);

      lcd.print(contador);
Serial.println(contador);

 n = contador;

      comparacion();

      resetdata();

      //delay(20);}}}

//-------------------------

void sensor(){

  if (millis() > T0 + 10{

    contador++ ;

    T0 = millis();  }}

//-------------------------

void comparacion() {

  if (listo) {

    if ( contador == h ) {

      digitalWrite(rele,
LOW); } }

  else {

    configurar();}}

//-------------------------

void resetdata()

{

  int  botonestado =
digitalRead(reset);

  reset_serial =
Serial.read();

  if (reset_serial == 'r'
|| botonestado == HIGH)

  {

    digitalWrite(rele,
LOW);

    contador = 0;

    lcd.clear();

    configurar();  }}

//-----------------------
```

Figura 3 A y B. Algoritmo de programación utilizado para el contador de semillas

Interfaz de comunicación en LabVIEW

Se desarrolló una interfaz HMI ***(Human Machine Interface)*** con la función de establecer el control entre la tarjeta Arduino. El diagrama de bloques de programación contiene una serie de elementos que permiten establecer la comunicación mediante el monitor serial de Arduino, permitiendo controlar el dispositivo con el uso de la computadora, aprovechando que ***LabVIEW*** ofrece la facilidad de adquirir los datos del Arduino, se agregó en el diagrama de bloques una función para generar una base de datos del conteo de semillas con auto guardado en un archivo de ***Microsoft Excel*** (Figura 4)***.***

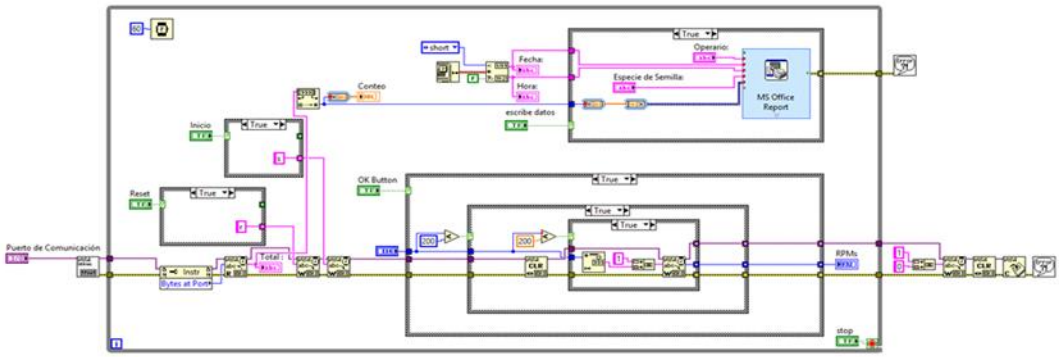


Figura 4. Diagrama de bloques de la interfaz de comunicación y adquisición de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado se obtuvo la automatización y control en la precisión de conteo de semilla, la que permite al usuario cuantificar en tiempo real mediante un dispositivo electrónico como se muestra en la Figura 5. Se logró tener un sistema, el cual se puede conectar a la corriente alterna o corriente directa mediante un eliminador de 12 Volt.

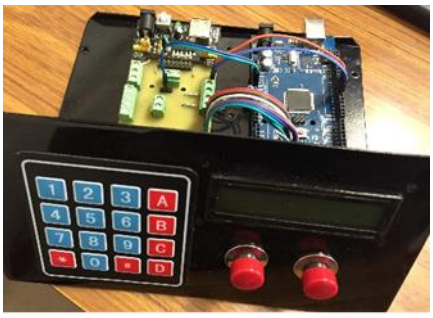


Figura 5. Circuito electrónico para conteo de semilla.

Para el registro del conteo de semilla se logró la interfaz para obtener un registro interactivo y con una base de datos el cual pueda consultarse para el tipo de semilla que se allá contado como se muestra en la Figura 6.

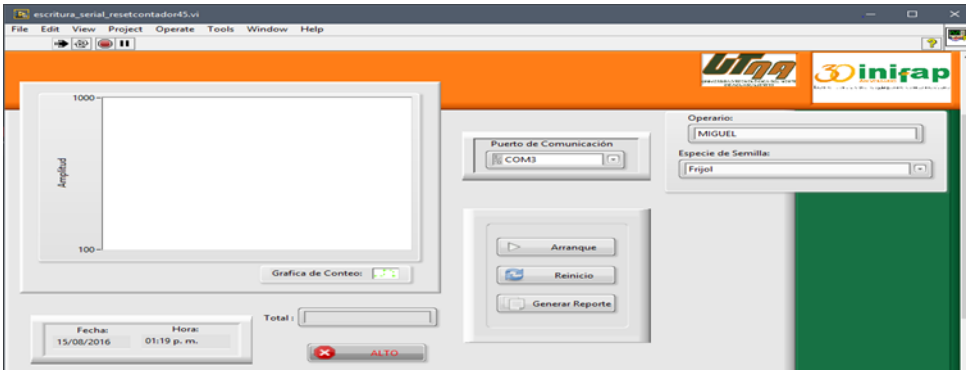


Figura 6. Interfaz gráfica para el registro de datos.

CONCLUSIONES

Se logró obtener un circuito electrónico con control y automatización para el conteo de semillas, con una interfaz en la programación de hombre máquina, con sencillez en su operación y eficiencia en su precisión. Principalmente realiza el proceso en tiempo real de la cuantificación de las mismas, generando una base de datos con registro de la cantidad seleccionada por el operador.

El circuito se hizo autónomo y se puede utilizar mediante una fuente de poder a 12V de alimentación, También tiene múltiples aplicaciones, no sólo para conteo de semillas, puede aplicar para conteo de objetos transportados en bandas o en la industria farmacéutica para conteo de píldoras, entre otros. La programación de la tarjeta Arduino Mega nos ayudó automatizar y controlar al sistema de alimentación y sistema de conteo de una manera interactiva para el usuario.

BIBLIOGRAFIA

Agilent Technologies. 2010. Programación de microcontroladores en tarjetas: Soluciones para el mercado del automóvil. Agilent Technologies. 5 p.

Arduino. (2015). Arduino Software (IDE). Consultada en julio del 2016. https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment.

Gil, J. J.; Díaz, I.; Justo, X.; Ciáurriz P. y López A. 2014. TICs para el aprendizaje de la ingeniería. Editores TICAI. España. ISBN: 978-84-8158-690-9. pp. 67-78.

Handling, S. M. 2014. Syntron Material Handling. Obtenido de Syntron Material Handling: consultada en julio de 2016 http://www.syntronmh.com/electromagnetic-vibrator/.

Jímenez, R. F. V y Rivero J. J. 2006. Diseño y construcción de una tarjeta programable de adquisición, procesamiento de datos y control. Tesis de maestría en ciencias en Mecatrónica. Cenidet. Cuernavaca, Morelos, México. 149 p.

Peidró, A.; Rodríguez J. J.; Azorín, J. M. y Reinoso Ó. 2014. Implementación de una maqueta de control bilateral de 1 GDL con Arduino para telerrobótica. Actas de las XXXV Jornadas de Automática. Valencia, España. ISBN-13: 978-84-697-0589-6. 8 p.

Soriano A.; Marín, L.; Juan, R.; Cazalilla, J.; Valera, A.; Valles, M.; Albertos P. 2013. Plataforma robótica de bajo coste y recursos limitados basada en Arduino y dispositivos móviles. XXXIV Jornadas de Automática. Terraza, Barcelona, España. ISBN: 978-84-616-5063-7. 9 p.

MODELACIÓN HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL RIO SEXTIN APLICANDO EL MODELO WEAP

[1]Gerardo Esquivel Arriaga, [2]Magdalena Nevárez Favela, [1]Ignacio Sánchez Cohen, [1]Miguel Velásquez Valle, y [1]Palmira Bueno Hurtado

[1]INIFAP. CENID-RASPA. Km. 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango. Correo: esquivel.gerardo@inifap.gob.mx
[2]Universidad Autónoma Chapingo. URUZA. Km. 40 Carr. Gómez Palacio - Chihuahua Bermejillo, Durango, México C.P. 35230

INTRODUCCIÓN

Entre los múltiples servicios que las cuencas brindan al ser humano se destacan los ambientales, incluyendo los hidrológicos, cuya característica de cantidad y calidad dependen del clima y del estado de conservación en el que se encuentran las cuencas (Duque y Vázquez, 2015). En investigación hidrológica ya sea de cuenca o de ecosistema, un tópico importante es la simulación de procesos.

La simulación de procesos es una actividad con la cual el usuario puede obtener conclusiones relativas al comportamiento de un sistema dado por medio del estudio de un modelo cuya relación causa efecto es la misma (o similar) a la del sistema original. Así, la simulación se circunscribe al desarrollo y uso de modelos que describen realísticamente el comportamiento de un sistema (Sánchez, 2005). En la actualidad existen una gran cantidad de modelos que pretenden ofrecer posibles soluciones al problema, sin embargo es trabajo del investigador y/o responsable de la toma de decisiones escoger el que mejor se adapte a sus necesidades y a la disponibilidad de información (Mena, 2009).

A nivel de cuenca, la modelación hidrológica se ha convertido en un componente indispensable de la investigación, manejo y gestión de los recursos hídricos. Los modelos hidrológicos ayudan a entender el pasado y el estado actual de los recursos hídricos de una cuenca, y proveen una vía para explorar las implicaciones resultantes de las decisiones de manejo implementadas o los cambios involucrados dentro de dicho territorio geográfico (Johnston y Smakhtin, 2014). En el presente trabajo, se plantea a la modelación de procesos hidrológicos como plataforma de toma de decisiones en cuencas hidrológicas, precisando al modelo WEAP (Water Evaluation and Planning System) como un instrumento eficaz en el proceso de cuantificación de la relación precipitación-escurrimiento (Adgolign *et al.,* 2016), el cual se ejemplifica con la simulación en la

cuenca del río Sextín en la parte alta del Nazas, perteneciente a la región hidrológica No. 36 Nazas-Aguanaval.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudió usó un modelo para simular los procesos hidrológicos en la cuenca del río Sextín, ubicada en el centro-noreste del estado de Durango (Figura 1). La cuenca de estudio cuenta con una extensión territorial de 5 013 km^2, forma parte de la cuenca alta del Nazas, conformada por la cuenca del río ramos y la cuenca Lázaro Cárdenas, enclavadas en la Sierra Madre Occidental. Presenta una precipitación anual que va de 480 a 650 mm, temperatura promedio máxima anual es de 25.8 °C, temperatura promedio mínima anual es de 1.9 °C (IMTA, 2009) y un volumen medio anual de escurrimiento natural de 523.56 Mm^3 (CONAGUA, 2016a).

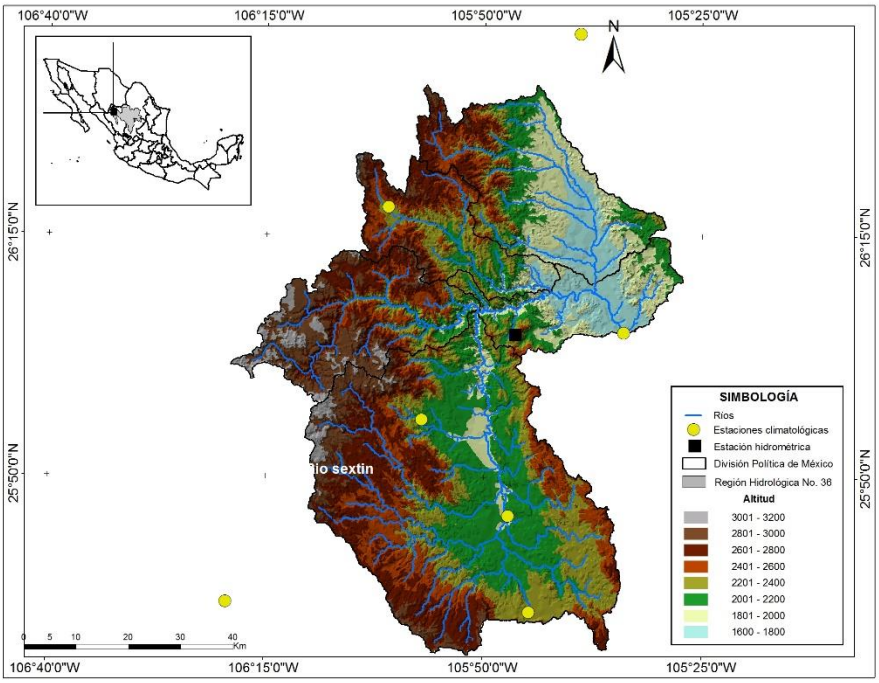


Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca del rio Sextín.

Se utilizó información vectorial del simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL) el cual clasifica a la zona de estudio en cinco subcuencas (Del oro, San Esteban, De lobos, Matalotes y Sextín) (INEGI, 2016a). Para el caso de la sub cuenca Sextín se hizo una delimitación independiente, debido a que la estación de aforo se encuentra en una zona intermedia, por lo que la superficie total no representaba el escurrimiento real en la zona de

estudio. La delimitación se realizó utilizando un modelo digital de elevación con resolución de 15 m (INEGI, 2016b).

Información meteorológica e hidrométrica

El esquema hidrológico utilizó series de tiempo históricas de temperatura y precipitación, humedad, velocidad de tiempo y nubosidad. La información fue obtenida de siete estaciones climatológicas localizadas dentro de la cuenca y/o cercanas al parteaguas de la misma (Cuadro 1). Se realizó una análisis de consistencia y homogeneidad de la información y los datos faltantes fueron calculados utilizando un generador climático (Esquivel, 2015). La información hidrométrica ingresada al modelo corresponde a la estación 36071 Sardinas, periodo 1971-2004, obtenida del Banco Nacional de Aguas Superficiales (BANDAS) (CONAGUA, 2016b).

Cuadro 1. Estaciones climáticas consideradas en el estudio.

Estación climatológica	Clave	Longitud	Latitud	Altitud	Primer dato	Último dato
Cendradillas	10006	-106.017	26.300	2500	01/1961	01/2008
Ciénega de Escobar	10007	-105.746	25.601	2144	04/1965	01/2009
El tarahumar	10026	-106.324	25.617	2435	05/1964	01/2009
Guanaceví	10029	-105.952	25.933	2300	06/1922	01/2009
Rosario	10061	-105.650	26.600	1790	09/1963	02/2008
Sardinas	10078	-105.566	26.084	1639	05/1970	05/2009
El zape	10147	-105.786	25.767	1940	01/1978	10/2008

Uso de suelo y vegetación

Se utilizó la Serie III de INEGI escala 1: 250 000, para parametrizar el uso de suelo y vegetación presente en cada subcuenca. La cuenca del río Sextín está compuesta por: bosque de coníferas (47.6 %), bosque de encino (26 %), pastizal (16.9 %), vegetación inducida (4.7 %), aprovechamiento agrícola-pecuario-forestal (IAPF) (4.5 %) y suelo desnudo (0.3 %).

Calibración del modelo

La parametrización del esquema hidrológico en WEAP fue realizado utilizando series de tiempo mensuales para la calibración de la cuenca. Información climática, hidrométrica, de uso de suelo y vegetación y una serie de parámetros calibrados fueron desarrollados a través del modelo en todas las sub cuencas para capturar la variabilidad estacional e inter-anual de las mediciones de flujo a través del modelo (Flores, 2016). Para medir la eficiencia predictiva del modelo, se utilizaron algunos indicadores de los más frecuentemente usados en modelación hidrológica (Ahmed, 2012) los cuales son enlistados a continuación:

Porcentaje de BIAS (% BIAS) es definido como:

$$\% \text{ BIAS} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Qsim_i - Qobs_i)}{\sum_{i=1}^{n} Qobs_1} \; x \; 100 \quad (1)$$

Se puede concebir como el promedio de los residuales de una fracción del caudal promedio. También es equivalente al error del volumen de flujo acumulado en relación con el volumen observado, normalmente se conoce como error de balance hídrico en la literatura de modelación hidrológica. En general, valores más bajos de % BIAS indican una mejor eficiencia del modelo.

El coeficiente de regresión (R^2) se define como:

$$R^2 = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{n}(Qobs_i - \bar{Q}obs)\,(Qsim_i - \bar{Q}sim)}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^{n}(Qobs_i - \bar{Q}obs)^2\right]}\sqrt{\left[\sum_{i=1}^{n}(Qsim_i - \bar{Q}sim)^2\right]}} \right\}^2 \quad (2)$$

Expresa la fortaleza de asociación entre dos variables. R^2 = 1 indica una perfecta relación positiva entre dos variables, pero no es un garante automático de una buena simulación ya que es insensible a adiciones y diferencias proporcionales entre el tiempo observado y predicho.

Coeficiente de eficiencia de Nash-Sutclife (Nash-Sutclife Coefficient of Efficiency – NSE) es definido como:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Qsim_i - Qobs_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(Qobs_i - \bar{Q}obs)^2} \quad (3)$$

Desde su introducción por Nash y Sutclife (1970), ha sido ampliamente utilizado por modeladores hidrológicos. El NSE puede ser considerado como el cociente de la raíz del error cuadrático medio para la varianza de los datos observados, sustraídos de la unidad. El valor de NSE varía de -∞ a 1.0, siendo 1 el valor óptimo. Los valores entre 0 y 1 son generalmente considerados aceptables, mientras que valores < 0 indican que el valor promedio observado es un mejor predictor de los valores simulados, lo que implica que la eficiencia del modelo es inaceptable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tradicionalmente, el principal objetivo y por lo tanto la evaluación inicial de cualquier modelo hidrológico es el de predecir el flujo lo más cercano posible a los datos observados. La figura 2 muestra los datos observados y simulados por el modelo para la cuenca de estudio; la simulación global en el período de calibración (1971-2004) es aceptable e indica la capacidad del modelo para predecir en general la respuesta hidrológica de la cuenca a la variable precipitación.

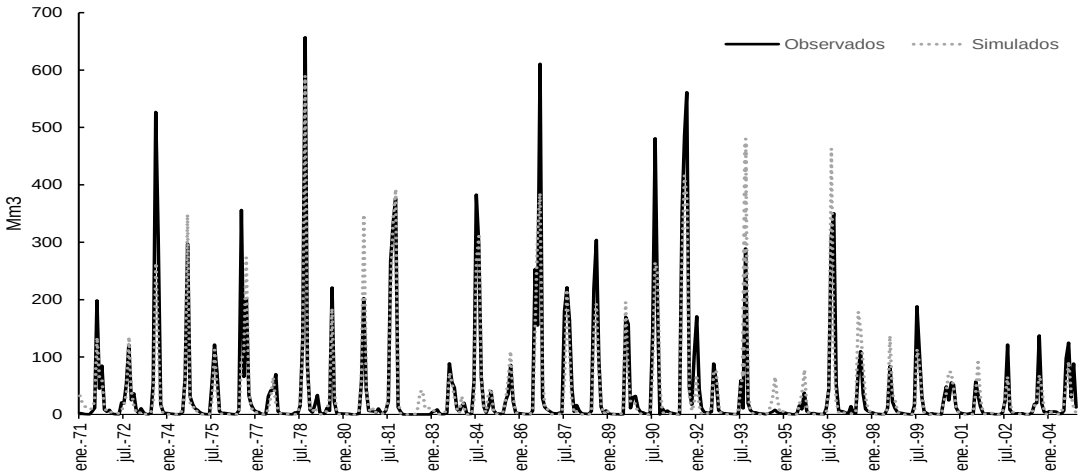


Figura 2. Flujos observados y flujos simulados por el modelo WEAP.

Se realizó la curva de duración de caudales, la cual es representativa del régimen de caudales medios de la corriente y por lo tanto puede ser utilizada para pronosticar el comportamiento del régimen futuro de caudales en la cuenca analizada (Figura 3).

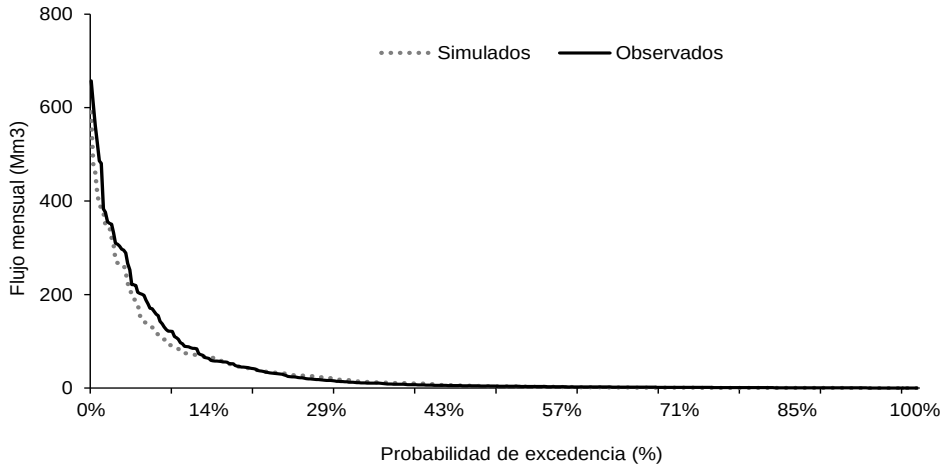


Figura 3. Curva de duración de caudales basada en escurrimientos mensuales

Con base en los índices de eficiencia predictiva establecidos, se obtuvo un valor de Nash-Sutcliffe de 0.81, lo cual con base en Moriasi et al. (2007) se considera muy bueno, para el caso del PBIAS se obtuvo un valor de 12.1 que se considera satisfactorio y finalmente se obtuvo un valor de R^2 de 0.81 (Figura 4).

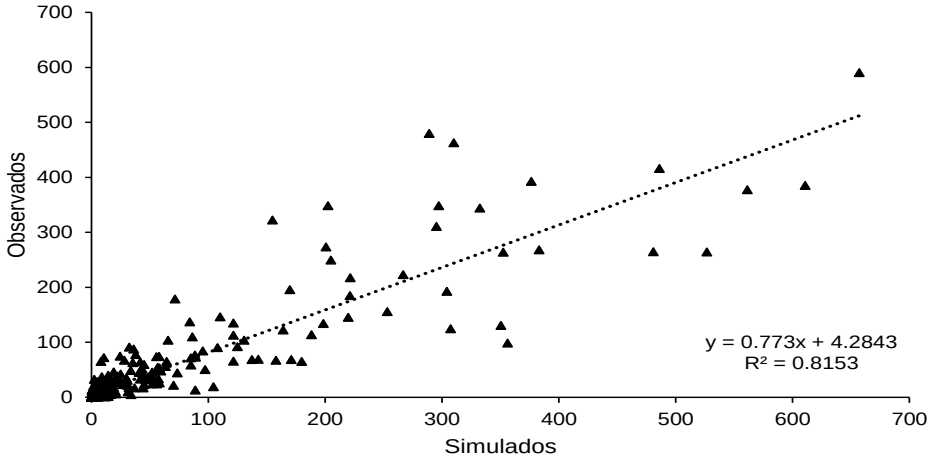


Figura 4. Gráfico de dispersión de los datos observados vs simulados por el modelo

CONCLUSIONES

El modelo WEAP es una herramienta computacional para la planificación integrada de recursos hídricos cuyo objetivo inicial de creación, fue el de apoyar más que sustituir al planificador experto. En la actualidad, un número creciente de profesionistas para el manejo integral del agua está considerando WEAP como una alternativa más en los procesos de modelación hidrológica. Para el caso de la cuenca del río Sextín, el modelo mostró un buen desempeño al simular y representar la respuesta hidrológica de la cuenca, lo que demuestra el potencial para analizar escenarios futuros con base en el manejo, afectaciones debidas al cambio climático, cambio de uso de suelo, etc. que permitan visualizar el impacto en el balance hídrico de la cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

Adgolign T. B., Srinivasa R. G. V. R. and Abbulu Y. 2016. WEAP modeling of surface water resources allocation in Didessa Sub-Basin, West Ethiopia. Sustainable Water Resources Management 2:55–70. DOI 10.1007/s40899-015-0041-4

Ahmed F. 2012. A Hydrologic Model of Kemptville Basin—Calibration and Extended Validation. Water Resources Management 26:2583–2604. DOI 10.1007/s11269-012-0034-0

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2016a. Sistema de información Geográfica de acuíferos y cuencas. Disponible en: http://sigagis.conagua.gob.mx/aprovechamientos/

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2016b. Banco nacional de datos de aguas superficiales. Disponible en: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Portada%20BANDAS.htm

Esquivel A. G., Cerano P. J., Sánchez C. I., López S. A., y Gutiérrez R. O. G. 2015. Validación del modelo ClimGen en la estimación de variables de clima ante escenarios de datos faltantes con fines de modelación de procesos. Tecnología y Ciencias del Agua, 6(4), 117-130.

Duque Y. L. F. y Vázquez Z. R. F. 2015. Modelación de la oferta hídrica en una cuenca de montaña tropical en función de su cobertura del suelo. Aqua-LAC - Vol. 7 - Nº 1. pp. 63- 76

Flores L. F., Galaitsi S. E., Escobar M. and Pukey D. 2016. Modeling of Andean Páramo Ecosystems' Hydrological Response to Environmental Change. Water, 8, 94; doi:10.3390/w8030094

IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2009. Extractor Rápido de Información Climatológica v. 3.0 (ERIC III). Base de datos y Software. Jiutepec, Morelos, México.

INEGI. 2016a. Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas. Disponible en: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

INEGI. 2016b. Continuo de elevaciones Mexicano. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/descarga.aspx

Johnston R. & Smakhtin V. 2014. Hydrological Modeling of Large river Basins: How Much is Enough? Water Resources Management 28:2695–2730 DOI 10.1007/s11269-014-0637-8

Mena, D. I. 2009. Análisis de impactos del cambio climático en la cuenca andina del río Teno, usando el modelo WEAP. Tesis. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil.

Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Van Liew, M.W., Bingner, R. L., Harmel, R. D., y Veith, T. L. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. American Society of Agricultural and Biological Engineers. 50(3):885-900.

Sánchez C. I. 2005. Fundamentos para el Manejo Integral del Agua. Libro Científico No. 2. Gómez Palacio, Durango, México: INIFAP CENID-RASPA.

ESTIMACIÓN DEL INDICE MULTIVARIADO ENSO EN COAHUILA

Gregorio Briones Sánchez[2] y Juan M. Covarrubias Ramírez[1]*

[1]C.E. Saltillo, INIFAP, [2]Depto. de Riego y Drenaje. UAAAN.
*covarrubias.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones que analizan la variabilidad climática y el cambio climático en México se iniciaron en 1977 en la Memoria de la reunión sobre fluctuaciones climáticas y su impacto en las actividades humanas. En esta obra se analizaron por primera vez las causas, los efectos y las posibilidades de predecir las fluctuaciones y los cambios climáticos, así como los factores que modificarían las masas vegetativas en México. En 1997, Jáuregui (1997) presentó una revisión acerca del cambio climático en México, la cual incluyó además una breve reseña sobre trabajos paleoclimáticos de Lorenzo (1959) y Heine (1973). Las necesidades de investigación sobre el cambio climático antropogénico deberán orientarse al análisis de los factores clave en la vulnerabilidad y sensibilidad de los ecosistemas. Entre estos aspectos, se ha señalado la necesidad de contar con información relacionada con la capacidad de recuperación o resiliencia de los ecosistemas ante los cambios climáticos, a partir de las respuestas documentadas de resultados. Se sabe que estos cambios climáticos son antropogénicos, por lo cual, es necesario destacar los aspectos relacionados con las respuestas de los ecosistemas ante las presiones causadas por el cambio en el uso del suelo, la extracción selectiva de especies y la contaminación, entre otros (González *et al*., 2016). El índice multivariado ENSO (MEI por sus siglas en ingles), es el más importante fenómeno atmosférico acoplado a océano que causa la variabilidad climática actual en escalas de tiempo anuales. El objetivo del estudio es mostrar el MEI con la información agroclimática generada por la estaciones de INIFAP en Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS

El MEI es calculado como el primer componente principal de las variables climáticas que se analicen, de las cuales se obtiene la varianza y la desviación estándar de la serie climática y se obtiene el índice con el valor actual observado. El estado de Coahuila, cuenta con un grupo de estaciones agroclimáticas automáticas y telemétricas ubicadas de acuerdo a las necesidades prioritarias del estado y son complementarias a la Red Nacional de Estaciones Agroclimáticas. Existen actualmente 28 estaciones instaladas por un convenio entre la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)-Secretaría de Desarrollo Rural del estado de Coahuila (SEDER)-Fundación Produce Coahuila (FPC) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y disponibles

en la página http://clima.inifap.gob.mx/rclima/ (Cuadro 1). Dada la cantidad de estaciones y de variables analizadas por éstas, sólo se analizara la variable de precipitación. Además existen estaciones que sólo cuenta con menos de cinco años de información, porque una serie mínima para análisis debe ser de 10 años y las estaciones que iniciaron operaciones en 2005, para la fecha de 2015 ya se tienen los 10 años para el estudio.

Cuadro 1. Estaciones Agroclimáticas Automáticas disponibles en el estado de Coahuila.

	ESTACIÓN	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTITUD (msnm)	Inicio*
1	**CELALA**, Matamoros.	25º 31´57´´	103º 14´36.6´´	1096	30/10/05
2	**SEZAR**, Zaragoza.	28º 35´56´´	100º 54´41´´	343	15/08/05
3	**Ejido Ocampo,** Ocampo.	27º 20´08.2´´	102º 23´24.9´´	1130	07/10/05
4	**El Porvenir,** Fco. I. Madero.	25º 46´58.9´´	103º 19´06.4´´	1108	05/11/05
5	**Emiliano Zapata**, Arteaga.	25º 16´02.2´´	100º 46´27.3´´	2039	08/08/07
6	**Empacadora de Melón**, Parras.	25º 38´50.3´´	102º 08´52.6´´	1067	30/11/05
7	**Escuela Secundaria Técnica**, Sierra Mojada.	27º 17´34.4´´	103º 40´42.1´´	1857	04/10/05
8	**CESAL,** Saltillo	25° 20' 37.5"	101° 02' 01.7"	1814	27/09/13
9	**Parras El Alto**, Parras.	25º 23´17.6´´	101º 53´26.3´´	1738	16/08/07
10	Rancho **El Cedral**, Nadadores.	27º 01´54´´	101º 32´44.1´´	535	15/09/05
11	Rancho **El Conejo**, Arteaga.	25º 16´40.6´´	100º 34´58.6´´	2195	03/09/07
12	Rancho **El Padrino**, Saltillo.	25º 14´14.9´´	101º 10´16´´	1895	19/06/05
13	Rancho **El Paraíso**, Abasolo.	27º 06´16.2´´	101º 17´20.8´´	434	08/09/07
14	Rancho **Guadalupe**, Arteaga.	25º 12´13.9´´	100º 46´13.1´´	2013	03/09/07
15	Rancho **La Gloria**, Gral. Cepeda.	25º 22´20.9´´	101º 28´07.9´´	1590	19/06/05
16	Rancho **La Rosita**, Arteaga.	25º 22´09.6´´	100º 38´10.6´´	2534	10/06/05
17	Rancho **Las Cabras**, Progreso.	27º 36´18.4´´	101º 07´16.7´´	369	22/08/05
18	Rancho **Las Mercedes**, San Pedro.	25º 41´02.4´´	103º 00´04´´	1099	05/11/05
19	Rancho **Los Lobos,** Zaragoza.	29º 13´05.2´´	101º 28´27´´	296	05/09/07
20	Rancho **Los Pilares**, Acuña.	28º 50´44.9´´	102º 37´30.4´´	1240	13/10/05
21	Rancho **Los Pirules**, Ramos Arizpe.	25º 58´49.1´´	101º 21´01.4´´	1214	01/12/05
22	Rancho **Pasta 9**, Acuña.	29º 14´40.6´´	100º 54´ 02´´	334	01/05/06
23	Rancho **Pronatura,** Cuatro Ciénegas	26º 48´19.1´´	102º 01´04.4´´	754	15/09/05
24	Rancho **Roncesvalles,** Arteaga.	25º 23´44.1´´	100º 36´21.3´´	2421	19/06/05
25	Rancho **Santa Elena**, Guerrero.	28º 17´23.8´´	100º 19´33.7´´	230	15/08/05
26	Rancho **Santa María**, Sierra Mojada	27º 55´53.3´´	103º 50´58.7´´	1252	04/10/05
27	**Tanque Nuevo**, Cuatro Ciénegas.	26º 35´ 00´´	102º 13´ 08´´	809	24/09/07
28	**Unión Ganadera Local**, Múzquiz.	27º 54´46.8´´	101º 32´18.1´´	497	15/08/05

*Día-Mes-Año

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El índice MEI para el mes de enero en dos estaciones contrastantes, CAELALA en una zona semiárida y la Rosita en una zona Templada (Figura 1 y Figura 2). El Niño y la oscilación del Sur (ENSO) indican que para la laguna en cinco años se tuvo una precipitación con mayor efecto de la niña por estar en la oscilación media y positiva, aun siendo una zona semiárida. En cambio la estación La Rosita solamente tiene un valor con oscilación media lo que indica efecto del niño, en estas dos graficas podemos ver el efecto del cambio climática en este periodo donde el la zona semiárida es mayor la probabilidad de superar la precipitación media y la zona templada tiene tendencia a volverse más seca, eso por efecto de las lluvias invernales (Rasmusson y Carpenter , 1982).

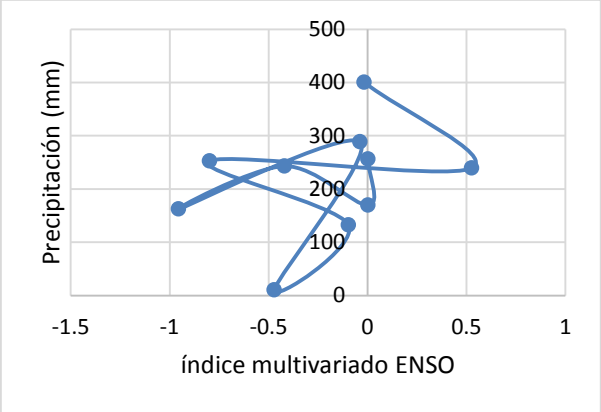


Figura 1. MEI para el mes de enero para la estación CELALA, en Matamoros, Coah.

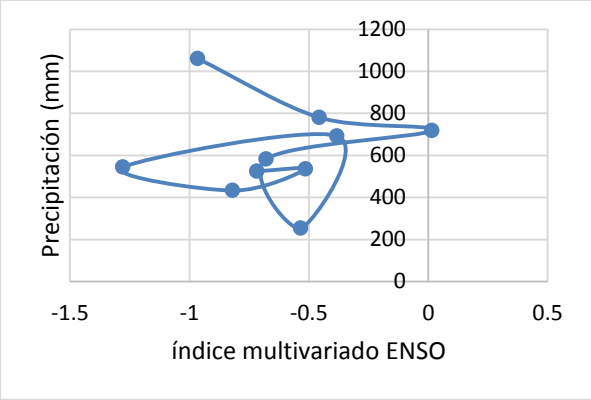


Figura 2. MEI para el mes de enero para la estación La Rosita, en Arteaga, Coah.

Para determinar el efecto en la temporada de ciclones, en la figura 3 y 4 se presentan el MEI para las mismas estaciones, el efecto es similar no así la cantidad. En la estación CELALA la precipitación en el periodo de estudio fue menor a 300 mm en cambio en la estación La Rosita fue menor a 800 mm, por lo que el efecto del Niño o de la Niña por presencia de tormentas tropicales o ciclones, es mayor, y el monitoreo de la trayectoria de los ciclones, es la mejor observación en tiempo real para definir las precipitaciones en cada región. Las anomalías en el este que corresponde al Golfo de México corresponden a valores positivos del MEI o una condición de El Niño.

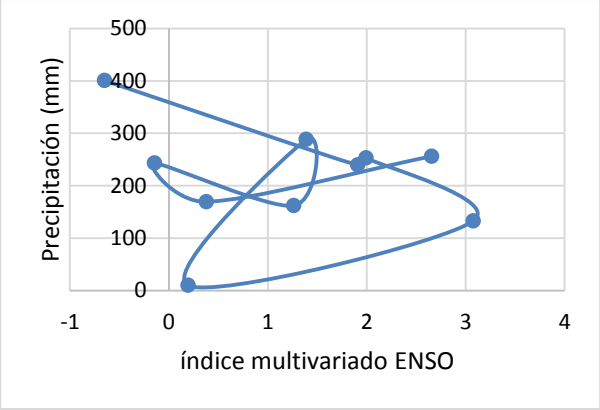


Figura 3. MEI para el mes de septiembre para la estación CELALA, en Matamoros, Coah.

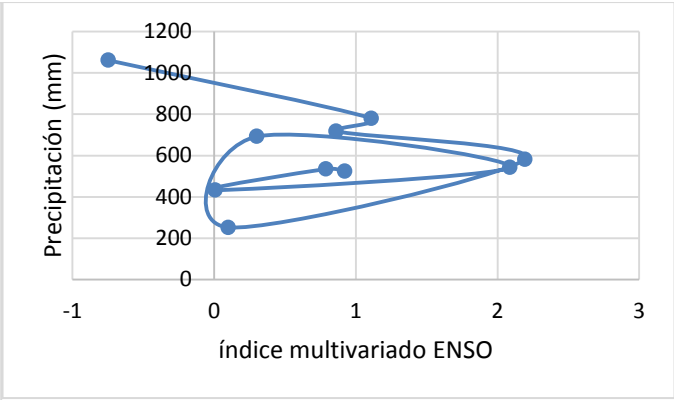


Figura 4. MEI para el mes de septiembre para la estación La Rosita, en Arteaga, Coah.

El MEI explica una variabilidad del 20.1% de la predicción del clima in el océano pacifico desde 30°N a 30°S, con el análisis de un mes respecto a la variabilidad anual. Cuando el MEI se encuentra en el rango del punto neutral, se observan anomalías que excedan o sea igual a la desviación estándar del MEI. (Wolter y Timlin, 1998).

El servicio meteorológico nacional (SMN), tiene mayor base de datos que la red agroclimática del INIFAP, se tiene mayor efecto de MEI para la estación Saltillo (Figura 6), respecto a una estación ubicada en el Ejido Ocampo, en ese municipio de Coahuila. En el Ejido Ocampo el índice es positivo lo que representa mayor efecto del Niño pero las lecturas son para un periodo de 10 años (Figura 5), en cambio para la estación Saltillo con 66 años de observaciones el índice MEI explica que a mayor agrupación de datos se tiene mayor efecto y se observa si esta agrupación que anomalía tiene positiva o negativa y a qué nivel de precipitación se encuentra.

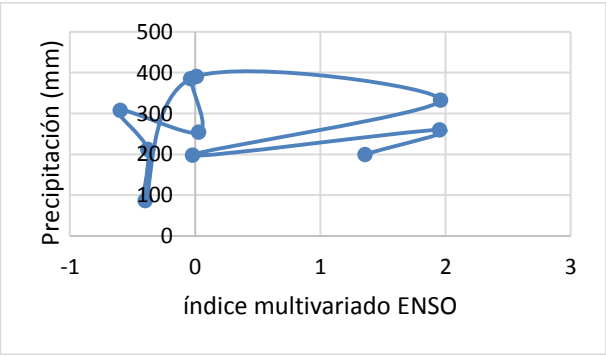


Figura 5. MEI para el mes de septiembre para la estación Ejido Ocampo, en Ocampo, Coah.

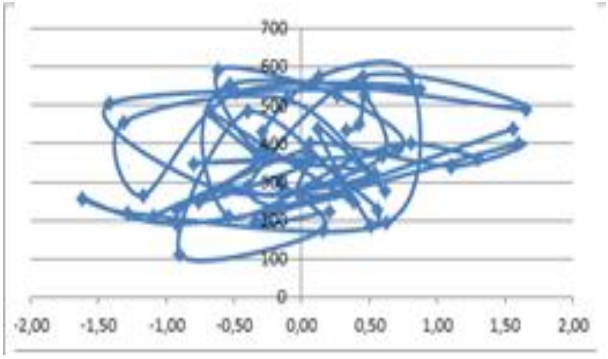


Figura 6. MEI para el mes de septiembre para la estación Saltillo, en Saltillo, Coah., del SMN para el periodo 1948-2013.

Fenómenos como El Niño, u Oscilación del Sur, modifican los patrones climáticos regionales en periodos irregulares de entre 2 y 7 años; además de que hay una respuesta diferente a ellos en la superficie terrestre. Existen un gran número de índices para explicar El Niño y la oscilación del Sur, (Wolter y Timlin, 2011), el MEI es una de ellas y lo bueno de estos métodos es que el que mejor explique es el que se utiliza.

El cambio global en México está dado por el cambio climático, por la acidificación de los océanos, el cambio de uso del suelo, la explotación de los recursos, la introducción de especies y la contaminación, todos estos factores son los que influyen en el deterioro ambiental y el avance de la desertificación. Se deben impulsar tecnologías de secuestro de carbono, eficiencia energética y buenas prácticas agropecuarias y forestales, además de pesca; desarrollo y transferencia de tecnología para la mitigación del cambio climático, promover la investigación y desarrollo de tecnología en materia de gestión de residuos; e instrumentar el Sistema de Información de Cambio Climático (INIFAP, 2016).

CONCLUSIONES

El índice multivariado para El Niño y la oscilación del Sur (MIE ENSO), es una metodología que permite pronosticar la cantidad de lluvia que se puede tener en el año.

La comparación entre las lluvias ciclónicas y las tormentas invernales no son compatibles en el ENSO, que se especifica en clima del trópico.

El MIE ENSO, requiere de mayor base de datos para explicar mejor el comportamiento, y la ventaja de este método es que se retroalimenta con la información actual.

BIBLIOGRAFIA

Jáuregui, E. 1997. “Climate variability and climate change in Mexico: a review”. Geofísica Internacional 36 (3).

Heine, K. 1973. “Zur Glazialmorphologie und präkeramischen Archäologie des mexikanischen Hochlandes während des Spätglazials (Wisconsin) und (Holozäns)”. Erdkunde 27: 161-180.

Lorenzo, J.L. 1959. Los glaciares de México. Monografías 1. México, Instituto de Geofísica, UNAM.

Gerald A. Islebe; Gabriela Domínguez Vázquez, Celene Espadas Manrique, Blanca Figueroa Rangel, Óscar González Y., Héctor Hernández A., Socorro Lozano G., Aída Martínez L., Miguel Olvera V., Roger Orellana L., Ligia Pérez C., Pablo Ramírez B., Priyadarsi D. Roy, Nuria Torrescano V. 2016. Cambio climático: contexto histórico, paleoecológico y paleoclimático. Tendencias actuales y perspectivas. *In*: Balvanera, *et al*., (eds.). Una mirada al conocimiento de los ecosistemas de México. Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México, 441 pp.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2016. Convenio de Administración por Resultados del INIFAP 2016 – 2019. Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina. Delegación Coyoacán, C.P. 04010, Ciudad de México, MEX. 144 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.

Wolter, K., and M. S. Timlin, 1998: Measuring the strength of ENSO events - how does 1997/98 rank? Weather, 53, 315-324.

Wolter, K., and M. S. Timlin, 2011: El Niño/Southern Oscillation behaviour since 1871 as diagnosed in an extended multivariate ENSO index (MEI.ext). Intl. J. Climatology, 31, 14pp., 1074-1087.

TELECONTROL DE BIOESPACIOS

Ruiz-Ortega, Francisco Javier[1*]; Esquivel-Murillo, Karina[1]; Fortis-Hernández, Manuel[1]; Rodríguez-Martínez, Dora Ofelia[1]; Ibarra-Casiano, José Luis[1]

[1]Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón, Coahuila. México.
*Autor responsable: ruiz6812@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Debido a los diferentes cambios climáticos y la búsqueda del desarrollo tecnológico en el agro del país, el objetivo del prototipo "telecontrol de invernaderos" es poder brindar un lugar donde se pueda mantener las condiciones ideales ambientales de una planta que pueda desarrollarse de la mejor manera utilizando software y hardware libre, siendo dirigido de manera automática por un controlador que analiza las diferentes variables climáticas dentro del mismo y activa o desactivar actuadores que ayuden a mantener ese clima ideal para el crecimiento de la planta.
Desde cualquier ubicación y momento, mediante una computadora, teléfono inteligente o tableta con servicio de internet, se puede analizar los valores enviados por los sensores instalados dentro del invernadero, hacia un servidor web, para que de ésta manera se tome la decisión de manipular ese ambiente artificial haciendo que el microclima sea el más adecuado, de acuerdo a los valores que se presenten. Para la realización de este proyecto se utilizó un invernadero de 10x30 mts dentro de las instalaciones del Instituto Tecnológico de Torreón.

Con la propuesta "Telecontrol de bioespacios" se tendrán las siguientes ventajas:

- Monitoreo y Control del invernadero las 24 horas del día.
- Manejo de actuadores de acuerdo a las diferentes variables que afecten al invernadero (microclima).
- Reducción de personal para operar el invernadero (ahorro).
- Acceso desde cualquier lugar del mundo vía internet.
- Mejora en la atención a fallos de operación gracias a los sensores y alarmas implementados en el proceso, lo que nos indicara una atención inmediata para verificar el estado del nodo dentro del invernadero.

Gracias a esto se logra acondicionar un microclima deseado controlando la temperatura, humedad relativa, humedad del suelo y luminosidad que nos favorecen al buen crecimiento de la planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del presente proyecto se emplearon sensores, actuadores, enrutador, tarjeta Arduino Ethernet Shield y tarjeta Arduino Uno, relés, interruptores, borneras, cables, luces piloto.

El sensor DSB1820 permite medir temperaturas desde los -55°C a 125°C y es el encargado de tomar la temperatura interna del Invernadero que luego será enviada al controlador del sistema. En la Figura 1 se puede apreciar que el sensor cuenta con tres pines: V (fuente), G (tierra) y S (dato).

El sensor de humedad puede trabajar entre los 3.3V a 5V, mediante la función AnalogRead() de Arduino con lo cual se encuentra conectado a un pin analógico y con ello utilizamos la entrada analógica del sensor, se recolecta valores en el rango de 0 hasta 1023, donde el dato 0 representa a que está totalmente sumergido en agua y 1023 completamente seco; y la medición que realiza es el volumen de agua por metro cúbico. Posee una sonda para pinchar en el suelo y un circuito transductor para preparar la señal. En la Figura 2 se muestra el sensor de humedad empleado en el proyecto.

Figura 1.- Sensor de temperatura DSB1820.

Figura 2.- Sensor de humedad del suelo (fc-28).

El sensor de luminosidad o resistor dependiente de la luz mostrado en la Figura 3, es el encargado de recolectar los datos de luminosidad que incide en el ambiente, su unidad de medida son los lúmenes. Los datos que recolecta son valores entre 0 y 1023, donde 0 representa a totalmente oscuro y 1023 como la luminosidad más alta.

El Arduino Uno es una placa electrónica la cual posee 14 pines digitales y 6 analógicos de entrada/salida, además posee un conector USB y un conector de alimentación, los cuales se aprecian desde la vista superior de la placa como se muestra en la Figura 4.

Figura 3 - Sensor de luminosidad.

Figura 4 - Tarjeta Arduino Uno.

El Arduino Ethernet Shield, es una tarjeta que se acopla al Arduino Uno, este realizando una secuencia de códigos interpretado por el microcontrolador, le permite conectarse a internet. Ver Figura 5. La pantalla LCD de cristal líquido y de fondo azul, la cual se puede acoplar con un módulo I2C para que la conexión sea tan solo de 4 pines que son tierra, fuente, SDA (línea de datos) y SCL (señal de reloj); Figura 6, posee la capacidad de mostrar 20 caracteres, en 4 filas y tiene una alimentación de 5V.

Figura 5 - Tarjeta Arduino Ethernet Shield.

Figura 6 - Pantalla LCD con módulo I2C.

Los actuadores son dispositivos que interactúan con el sistema y son habilitados o deshabilitados de acuerdo a las condiciones ambientales que se encuentren presentes, adecuando el microclima a su rango ideal, ejemplo: luz artificial que se activara cuando la luminosidad sea menor al 50%, ver Figura 7, así como ventiladores que se activan en el rango de 22°C hasta los 25°C y refrigeración cuando la temperatura supera los 25°C, y una bomba para aplicar el riego cuando este es menor al 60%, todas estas variables se calibran de acuerdo al cultivo a establecer.

Figura 7 - Luz artificial dentro de un invernadero.

Un servidor web es un equipo donde se encuentra alojada una aplicación web que interactúa con datos a través de la red, guardando o extrayendo información de una base de datos Ejemplo: Apache,IIS.

Base de datos es el lugar donde se almacena toda la información necesaria de manera organizada para luego acceder a ella, depositando o extrayendo datos que al ser procesados se convierten en información. En este caso se utilizó el motor de base de datos MySQL por su facilidad y ambiente amigable para el programador.

El enrutador como su nombre lo indica es el equipo de comunicación que interconecta las computadoras en una red enviando paquetes y buscando las mejores rutas para establecer la comunicación. Para el prototipo se utilizó el equipo Linksys wrt300n.

Como base de conocimiento mencionamos los conceptos de comunicaciones que fueron necesarios para la elaboración del proyecto. La tarjeta Ethernet Shield de Arduino está basada en el chip Ethernet Wiznet W5100 que permite establecer comunicaciones sobre red IP mediante TCP y UDP.

Para las diferentes necesidades en el desarrollo de las aplicaciones, fueron empleadas diferentes herramientas que de una u otra manera fueron elegidas de manera personal por los integrantes del proyecto por su facilidad, mejor y dominio: wampserver (Window, apache, mysql y php), manejador de base de datos phpmyAdmin, IDE Arduino para el Arduino Uno.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para el control del microclima dentro del invernadero se tienen dos modos de activación o desactivación: modo automático el cual es retroalimentado y consta de cinco partes, las cuales podemos observar en la Figura 8; para el modo manual una persona (usuario) es quien activa o desactiva los actuadores de acuerdo a los valores observados en la aplicación web o en la pantalla LCD. (Manera remota y local específicamente) y podemos observar en la Figura 10. Los Diagramas de Bloques para el modo automático y manual se muestran en las Figuras 9 y 11, respectivamente.

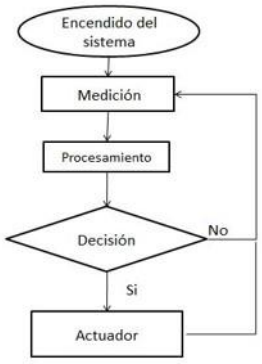


Figura 8 - Funcionamiento del control climático modo automático.

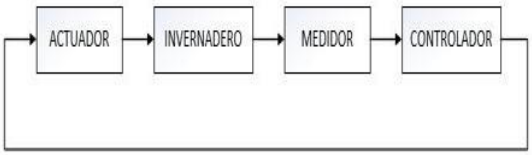


Figura 9 - Diagrama de bloques del sistema modo automático.

Como primera instancia se obtiene la medición de la variable, luego se realiza el procesamiento de los datos enviados por los sensores y recibidos en el controlador, posteriormente el controlador toma una decisión que indica la ejecución de los actuadores sobre el invernadero

para finalmente ejecutar la acción tomada sobre el actuador logrando de esta manera mantener el microclima en el rango deseado. (Ejemplo: refrigeración, ventilación, riego, luz).

Como primer paso se realiza la medición de la variable, por consiguiente se procesan los datos enviados por los sensores y recibidos en el controlador, luego, en este modo el usuario es quien toma la decisión de acuerdo a los valores presentados para activar o desactivar los actuadores. Finalmente se ejecuta la acción sobre los actuadores para lograr el microclima deseado (Ejemplo: refrigeración, ventilación, riego, luz).

Figura 10 - Funcionamiento del control climático modo manual

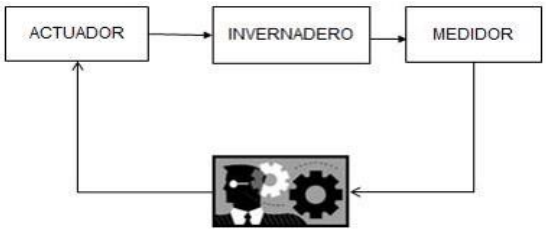


Figura 11 - Diagrama de bloques del sistema modo automático.

Dentro del invernadero se deben analizar todas las variables simultáneamente, por lo tanto, al controlador se envían los datos obtenidos por los sensores de manera periódica, en modo remoto cada 3 minutos y en modo local cada 5 segundos, este a su vez al recibir los datos, comienza la etapa de comparación de datos, con los valores máximos y mínimos establecidos. Luego de analizarlos, se realiza la toma de decisiones donde se deberá elegir la activación o no del o los actuadores que adecuen la variable que esta fuera de rango indicado para el cultivo establecido.

El sistema tiene cinco procesos: Proceso de encendido de luz artificial, Proceso de ventilación, Proceso de riego, Proceso de refrigeración las que serán activadas por interruptores. Figura 12, y el paro de emergencia controlado por los botones de paro y marcha. Figura 13.

Figura 12-Interruptores para activar/desactivar el sistema.

Figura 13 - Interruptores para activar/desactivar los Procesos del Sistema.

El proceso de encendido de luz artificial ayuda a la planta a realizar la fotosíntesis en la planta lo cual ayuda al crecimiento de la misma. El proceso de riego brinda al suelo la humedad adecuada para la planta. El proceso de ventilación brinda al microclima una temperatura adecuada. El proceso de refrigeración similar a la ventilación llevando el microclima a los valores ideales para la planta.

La automatización de los invernaderos ha llegado a tal grado que ahora es posible, mediante una simple computadora, observar y controlar variables ambientales para brindar a las plantas condiciones óptimas de desarrollo. Incluso, a través de un dispositivo móvil se pueden manejar, desde un lugar remoto, clima, temperatura, humedad y riego

Automatizar es necesario porque permite liberar al hombre de tareas repetitivas, que fácilmente puede realizar un dispositivo. Esto ahorra tiempo porque, los dispositivos son más rápidos precisos que las personas, lo cual incrementar la calidad del producto y reduce costos de producción. Un invernadero, por ser un sistema frágil, requiere de mucha precisión.

CONCLUSIONES

Al término del presente trabajo y después del estudio sistémico e integral de las tecnologías aplicables a invernaderos tecnificados, se elaboró un sistema innovador que cumplió con las expectativas planteadas en el proyecto telecontrol de bioespacios.

La plataforma de hardware libre Arduino posee un gran potencial en proyectos relacionados con todo tipo de actividades que incluyan la adquisición de datos a través de sensores.

Además de su bajo costo, otro factor que hace interesante a esta plataforma es que sigue la filosofía *OpenHardware*, similar a la conocida *OpenSource* en lo relacionado al software, que posibilita las modificación por parte de los usuarios de las especificaciones del hardware sin restricción alguna, adaptándose a multitud de configuraciones específicas que se requieran y favoreciendo la innovación en el diseño.

El diseño de invernaderos es toda una ciencia, debido a que se deben tomar en cuenta varios aspectos para el desarrollo de éstos, ya que hasta el sólo hecho de cómo orientarlos incidirá en nuestra producción.

La capacitación es uno de los elementos más relevantes del manejo en invernaderos, debido a que son muy importantes, ya que es necesario manejar los conocimientos básicos sobre invernaderos y sus cultivos. Se pudo observar que los agricultores no se están capacitando para la operación de los mismos, solo tienen los conocimientos de generaciones antiguas.

BIBLIOGRAFÍA

CADAHIA LÓPEZ, C. 1998. Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
DOMÍNGUEZ VIVANCOS, A. 1993. Fertirrigación. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
MATALLANA, A; MONTERO, J.I. 1995. Invernaderos. Diseño, construcción y ambientación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid
MONTERO J.I., ANTON A.,1994, Evolución Tecnológica de los invernaderos españoles, Alta Horticultura 357, Madrid.
MOYA TALENS, J.A. 1994. Riego localizado y fertirrigación. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.

Sitios web

http://www.arduino.cc/es/.

http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno.

http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano.

http://arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield.

http://www.hispavila.com/3ds/atmega/descargas/rtc_ds1307.pdf.

http://dis.um.es/~lopezquesada/documentos/IES_0506/RAL_0506 /doc/UT10.pdf.

http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf

https://ylvesdxlelwgadgets.wordpress.com/2014/08/25/wxm 08-ds18b20-digital-temperature-sensor-module-blue-200518/

http://www.micropik.com/PDF/FC_28.pdf

http://www.electan.com/datasheets/cebek/CE-C2795.pdf.

http://www.webelectro.com.ar/articulo/otros/ldr-modulo-sensor-de-luz-arduino-ldr-light-sensor-module

http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0e8b/0900766b80e 8ba21.pdf.

http://arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Guide/

http://www.arduinoecia.com.br/2014/06/arduino-display-lcd-20x4.html.

http://www.electrohobby.es/conversor-lcd-i2c-para-arduino-maneja-tu-lcd-con-solo-2-hilos/

http://www.revistaluminica.es/WP/iluminacion-horticultural-y-floral-la-importancia-de-la-luz-en-los-invernaderos/

http://elhocino-adra.blogspot.mx/2012/01/fiordos-bacalao-plataformas.html

UJED FAZ

Informes

Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo Km 32
Venecia, Durango. Méx.
Teléfonos: 01 (871) 711 88 75 y 711 88 76
Correo electrónico:semana.faz@hotmail.com
http://faz.ujed.mx/eventos/sia28

Facultad de Agricultura y Zootecnia
FAZ UJED

Responsable:
Ph. D. Juan José Martínez Ríos
(jmartinez_rios@prodigy.net.mx)
DIRECTOR

UJED FAZ

Informes

Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo Km 32
Venecia, Durango. Méx.
Teléfonos: 01 (871) 711 88 75 y 711 88 76
Correo electrónico:semana.faz@hotmail.com
http://faz.ujed.mx/eventos/sia28

Facultad de Agricultura y Zootecnia
FAZ UJED

Responsable:
Ph. D. Juan José Martínez Ríos
(jmartinez_rios@prodigy.net.mx)
DIRECTOR